

---

# ANÁLISIS DE VIABILIDAD TÉCNICO- ECONÓMICA DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA A GRAN ESCALA

---

## **TREBALL FINAL DE MÀSTER**

Màster en Enginyeria Industrial

Universitat de Lleida

Escola Politècnica Superior



**Autor:**

Hernán Segura Gata

**Director:**

Cristian Solé Cutrona



## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>ANTECEDENTES</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA APLICABLE</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>OBJETO DEL PROYECTO</b>	<b>5</b>
<b>3.1</b>	<b>EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO</b>	<b>5</b>
<b>3.2</b>	<b>HIPÓTESIS DEL PROYECTO</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN</b>	<b>6</b>
<b>4.1</b>	<b>MÓDULOS FV</b>	<b>6</b>
<b>4.2</b>	<b>INVERSORES DE RED</b>	<b>7</b>
<b>4.3</b>	<b>SISTEMA DE SOPORTE DE PANELES</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>ELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA</b>	<b>8</b>
<b>5.1</b>	<b>SOFTWARE COMERCIAL PVSYS</b>	<b>8</b>
<b>5.1.1</b>	<b>BASE DE DATOS CLIMATOLÓGICOS:</b>	<b>9</b>
<b>5.2</b>	<b>SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA DEL MÓDULO</b>	<b>10</b>
<b>5.3</b>	<b>SELECCIÓN DE INVERSORES DE RED</b>	<b>10</b>
<b>5.3.1</b>	<b>CONFIGURACIÓN DE LOS INVERSORES</b>	<b>11</b>
<b>5.4</b>	<b>SELECCIÓN DE SISTEMA ESTRUCTURAL Y DIMENSIONADO DEL PARQUE</b>	<b>12</b>
<b>5.4.1</b>	<b>ANÁLISIS DE ESTRUCTURA FIJA</b>	<b>12</b>
<b>5.4.2</b>	<b>ANÁLISIS DE SEGUIDORES SOLAR</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>DIMENSIONAMIENTO DEL PARQUE FV</b>	<b>15</b>
<b>6.1</b>	<b>PRINCIPALES MATERIALES</b>	<b>16</b>
<b>6.1.1</b>	<b>PANELES FOTOVOLTAICOS</b>	<b>16</b>
<b>6.1.2</b>	<b>POWER STATION; INVERSORES Y TRANSFORMADOR</b>	<b>17</b>
<b>6.1.3</b>	<b>DEFINICIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL</b>	<b>18</b>
<b>6.1.4</b>	<b>SISTEMA DE CIMENTACIÓN</b>	<b>20</b>
<b>6.2</b>	<b>DATOS EXTRAÍDOS DEL CÁLCULO DE PVSYS</b>	<b>22</b>
<b>7</b>	<b>ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO DEL PARQUE SOLAR FV</b>	<b>24</b>
<b>7.1</b>	<b>GENERACIÓN ELÉCTRICA ANUAL</b>	<b>24</b>
<b>7.2</b>	<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>	<b>25</b>
<b>7.3</b>	<b>ANÁLISIS DE RETORNO DE LA INVERSIÓN</b>	<b>26</b>
<b>8</b>	<b>INSTALACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO</b>	<b>28</b>
<b>8.1</b>	<b>OBRA CIVIL</b>	<b>28</b>
<b>8.1.1</b>	<b>LIMPIEZA DE TERRENO</b>	<b>28</b>
<b>8.1.2</b>	<b>VALLADO PERIMETRAL</b>	<b>29</b>
<b>8.1.3</b>	<b>CAMINOS DE ACCESO</b>	<b>30</b>
<b>8.1.4</b>	<b>ZANJAS</b>	<b>30</b>
<b>8.1.5</b>	<b>LOSAS</b>	<b>32</b>
<b>8.1.6</b>	<b>CASETA TÉCNICA</b>	<b>33</b>
<b>8.2</b>	<b>MONTAJE MECÁNICO</b>	<b>34</b>
<b>8.2.1</b>	<b>MARCADO TOPOGRÁFICO</b>	<b>34</b>
<b>8.2.2</b>	<b>HINCADO DE LA ESTRUCTURA</b>	<b>34</b>
<b>8.2.3</b>	<b>MONTAJE DE LA ESTRUCTURA</b>	<b>35</b>
<b>8.2.4</b>	<b>MONTAJE DE PANELES</b>	<b>36</b>
<b>8.3</b>	<b>MONTAJE ELÉCTRICO</b>	<b>36</b>
<b>8.3.1</b>	<b>EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO</b>	<b>36</b>
<b>8.3.2</b>	<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA CC</b>	<b>38</b>
<b>8.3.3</b>	<b>CAÍDA DE TENSIÓN TRAMO CC</b>	<b>41</b>
<b>8.3.4</b>	<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA CA</b>	<b>43</b>
<b>8.3.5</b>	<b>PUESTA A TIERRA</b>	<b>43</b>
<b>8.3.6</b>	<b>CENTRO DE MEDIDA Y SECCIONAMIENTO</b>	<b>44</b>
<b>8.3.7</b>	<b>SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y SCADA</b>	<b>46</b>
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>48</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>49</b>





## **1 ANTECEDENTES**

Una de las tareas más importantes para la figura del ingeniero ha sido buscar métodos para la generación de energía eléctrica de un modo sostenible, económico y respetuoso con el medio ambiente. Uno de los métodos de generación que cumplen estos requisitos es la energía solar fotovoltaica.

Durante los últimos años, el gobierno español, ha intentado incentivar este sistema de generación mediante ayudas o sobrepagos por la energía vertida en la red eléctrica. Lejos de incentivar una ejecución de sistemas solares fotovoltaicos responsables, estos incentivos llevaron a España a la proliferación excesiva de estos métodos de generación muy atractivos desde el punto de vista económicos gracias a las primas pagadas por el gobierno. Viendo la insostenibilidad de un sistema de generación que repercutía al pequeño productor con ingresos 10 veces superior al precio de mercado energético el gobierno decidió mediante el decreto revocatorio RD 661/2007 y sus posteriores modificaciones descender los ingresos de generación de aproximadamente 50 céntimos de Euro cada kWh a escasos 15 céntimos de Euro. Esto supuso un varapalo para aquellos que habían realizado una inversión económica elevando los tiempos de retorno de dicha inversión.

Se generó entonces un estado de desconfianza en torno a la producción eléctrica mediante fuentes renovables de energía, que a día de hoy aún no se ha solucionado. En 2015, tras tres años con un agujero legal en cuanto a la producción mediante solar, el gobierno decidió aprobar el decreto ley Real Decreto 900/2015 conocido popularmente como “Impuesto al Sol”. Este decreto, pese a obligar el pago de un impuesto por la generación mediante una fuente gratuita y no contaminante como es el Sol, reglamenta también unos criterios lógicos en cuanto a la interconexión, los métodos constructivos y el pago por energía excedentaria.

Es en este punto donde en el que este proyecto quiere profundizar, durante el desarrollo del trabajo se mostrará cómo, pese a que la reglamentación no es la mejor posible el desarrollo de plantas de generación mediante energía solar fotovoltaica es uno de los caminos que el ser humano debe emprender.





## **2 NORMATIVA APLICABLE**

Para la ejecución de la instalación solar fotovoltaica se tendrán en cuenta las siguientes normativas y reglamentos:

- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que regulan las condiciones, administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción.
- Real Decreto 955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Ley 24/2013, de 28 de diciembre, por el que se modifica la ley 54/1997 de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico (Ley de Regulación del Sector Eléctrico).
- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante la tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución Real Decreto 661/2007.
- Norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- Circular 3/2014, de 2 de julio, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología para el cálculo de los peajes de transporte y distribución de electricidad.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Reglamento Electrónico de Baja tensión del Ministerio de Industria y Energía y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Pliego de condiciones técnicas de instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red del Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía, IDAE.
- Otras leyes, reglamentaciones o instrucciones técnicas aplicables.



### **3 OBJETO DEL PROYECTO**

Este proyecto se ha realizado con la intención de valorar la viabilidad de un sistema fotovoltaico de gran escala en la provincia de Lleida. Para ello, se han realizado varios estudios a fin de determinar las tecnologías a instalar comparando varios sistemas como:

- Estructura fija frente a seguimiento a un eje.
- Separación óptima entre filas de módulos a fin de percibir la mayor ratio entre ganancia por inclinación frente afectación de sombras.
- Inversores multi-etapa de baja potencia frente inversores compactos de alta potencia.
- Tecnología de la celda de silicio policristalino, monocristalino.

Por último y no menos importante, el proyecto demostrará que pese a todos los impedimentos o dificultades que se han impuesto a los sistemas de generación fotovoltaica, un sistema de estas dimensiones es viable y produce unos rendimientos económicos y medioambientales importantes a lo largo de una vida útil superior a los 30 años.

#### **3.1 EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO**

El proyecto se localiza en una parcela de les Borges Blanques, en la provincia de Lleida. La superficie necesaria para la implantación del parque fotovoltaico es de aproximadamente 80 ha, para ello será necesario una agrupación parcelaria. El acceso a la finca se realizará desde un camino situado en el sur de la misma.

#### **3.2 HIPÓTESIS DEL PROYECTO**

El punto de interconexión se realizará en una subestación existente anexa al punto de evacuación de parque fotovoltaico a 33kV.

Se considera que el conjunto de parcelas es de propiedad del promotor, con lo que no será necesario un pago por compra o alquiler del terreno.

Se considera que el terreno tiene una consistencia blanda es llano y está libre de alta vegetación (árboles o matorrales frondosos).

Se considera que la energía se venderá según tarifa de precio de mercado o *pool* de 2016.

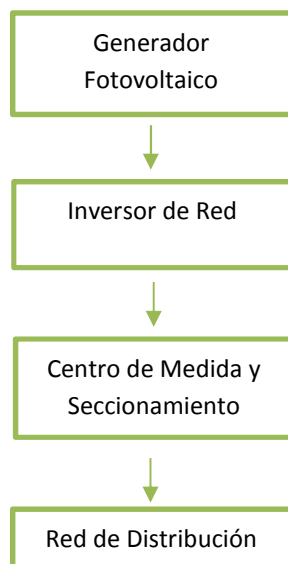
Para los estudios preliminares se ha considerado:

- Precio de venta 5 céntimos de Euro por kWh.
- Precio del sistema aproximado entre 0,90 y 1,00 Euros/Wp (W<sub>DC</sub>).
- No se considera incremento del IPC.
- No se tienen en cuenta los costes de operación y mantenimiento dado que no variarán en exceso configurando varias dimensiones de proyecto o tecnología a aplicar.



## 4 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Una instalación solar fotovoltaica de conexión a red responde a el siguiente esquema de principio (ilustración 1):



*Ilustración 1- Generación FV*

### 4.1 MÓDULOS FV

El generador fotovoltaico o sistema de captación solar está constituido por una serie de módulos conectados en serie entre ellos. Estos módulos son los responsables de la captación de energía solar convirtiéndola en energía eléctrica. Existen cada vez más cantidad de tecnologías para la fabricación de módulos y en este estudio de viabilidad se comparará el ratio de producción frente al coste de las siguientes tecnologías:

- **Silicio monocristalino:** Los paneles solares monocristalinos tienen las mayores tasas de eficiencia puesto que se fabrican con silicio de alta pureza. La eficiencia en estos paneles está por encima del 15% y en algunas marcas supera el 21%. Suelen funcionar mejor que paneles policristalinos de similares características en condiciones de poca irradiación o de radiación difusa. Además, este sistema obtiene mejor rendimiento a altas temperaturas.  
Sin embargo, los módulos con tecnología monocristalina son más caros que los policristalinos y suelen utilizarse en instalaciones donde hay poco espacio como en cubiertas de pequeña industria o residencial.
- **Silicio policristalino:** Actualmente es la tecnología que más se está desarrollando e investigando. Ya se consigue fabricar módulos policristalinos con una eficiencia cercana al 17%. Tienen un peor funcionamiento a altas temperaturas y menor resistencia al calor.  
Su precio es sustancialmente más económico que la tecnología monocristalina, por ello es el producto que se suele instalar en parques fotovoltaicos de media y gran escala.



## 4.2 INVERSORES DE RED

Los inversores de red, serán los encargados de transformar la corriente continua generada por el campo fotovoltaico en corriente alterna apta para el consumo de energía eléctrica. En cuanto a electrónica, prácticamente todos los inversores tienen la misma constitución, lo que los diferencia principalmente es la capacidad de potencia que son capaces de convertir y la cantidad de diferentes entradas que pueden gestionar.

- **Multi-etapa:** Los inversores multi-etapa o multi string son inversores de potencias de 2kW a 100kW. Generalmente estos inversores se instalan en instalaciones de comercial-industrial y para potencia no superiores a 2.000 kW. La principal ventaja de estos inversores es que pueden gestionar dos o más etapas de potencia independientemente. Por ejemplo, si en una cubierta existe algún elemento que produzca sombra sobre un panel, toda la configuración de esa serie funcionará igual que este panel y a su vez las series conectadas en la misma etapa, de este modo con un sistema multi-etapa, se reducen las pérdidas energéticas producidas por sombreado.
- **Power Station:** Las Power Station o inversores centrales son elementos del campo fotovoltaico diseñados exclusivamente para proyectos a gran escala. Pese a que solo tengan una etapa de potencia, no necesitan más dado que un parque fotovoltaico por lo general, en el caso que se vea afectado por sombras, éstas afectarán en todo el parque y no en solo algunos elementos. Por otra parte, estos convertidores, están preparados para una conexión Plug&Play todo pre-ensamblado de fábrica además muchos de estos elementos poseen sistemas de refrigeración propio. Finalmente, los inversores centrales están siempre dotados de un transformador interno para dar salida en alta tensión.

## 4.3 SISTEMA DE SOPORTE DE PANELES

Otro elemento que se debe considerar para el diseño de un campo fotovoltaico es el tipo de estructura, su inclinación y la orientación. Actualmente existen dos tipos diferentes de sistemas estructurales:

- **Estructura fija:** Consiste en un entramado metálico formado por pórticos, pilares, vigas y correas sobre los cuales se anclan mecánicamente los módulos. La disposición de los pórticos da al panel la inclinación deseada. Este es el sistema más extendido para la implantación de generación fotovoltaica, dado su precio y optimización del espacio.
- **Seguidores solares:** Existen varios tipos de sistema de seguidor solar, dos ejes, eje inclinado, pero todos están cayendo en desuso en detrimento a los seguidores a un eje Este-Oeste.

Los seguidores a un eje están formados por un motor central que mediante un sistema de engranajes permite la rotación de la estructura, soporte de largas filas de paneles. Este sistema se utiliza para conseguir que el módulo esté siempre lo más perpendicular posible respecto al Sol. Pese a que prácticamente se consiga un 20% de mayor de captación respecto una estructura fija (dependiendo de la zona), su precio es bastante superior y no optimiza el espacio teniendo que dejar mucha distancia libre entre fila y fila a fin de evitar sombras entre paneles, al fin y al cabo, esto se traduce en menos potencia, aunque más eficaz.



## 5 ELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA

En el siguiente apartado se estudiará que tecnología, de las descritas anteriormente, se implantará. Los estudios de generación se han realizado mediante el software profesional PVSyst, capaz de simular todos los procesos de un sistema fotovoltaico hora a hora durante un año. Una vez analizadas todas las posibles alternativas desde un punto de vista técnico, se valorarán desde un punto de vista económico, dando prioridad al tiempo de retorno de la inversión y al beneficio acumulado al año 30 (fin de vida útil). Dado que es un análisis inicial se han supuesto las siguientes hipótesis:

- Precio de venta de la energía: 5 céntimos de Euro cada kWh generado según media extraída de OMIE un representante del mercado libre ([www.omie.es](http://www.omie.es)).
- No se han tenido en cuenta un incremento del IPC energético.
- Los precios de las instalaciones se han supuesto partiendo de un precio genérico de 0,90\* Euros cada wattio pico instalado, aumentando este en función de la tecnología a aplicar y de la economía de escala, siendo mínimamente más cara en relación €/Wp una instalación más menor.
- Se excluyen costes de mantenimiento al considerarse prácticamente constantes en cada simulación.
- No se tiene en cuenta la pérdida de producción anual del panel fotovoltaico.
- Pérdidas constantes en:
  - Suciedad 2,00%
  - Cableado AC 1,50%
  - Cableado DC 1,50%
  - Degradación inicial 1,30%
  - Mismatch\*\* 1,00%

(\*) Valores de precio d instalación consultado a empresas del sector FV.

(\*\*)El Mismatch es el efecto negativo que se produce al conectar en una misma serie paneles con diferentes potencias, ya sea por la tolerancia del módulo de fábrica ( $\pm 5W$ ) como por la afectación de una sombra puntual (Ejemplo: un excremento de pájaro). Ese defecto obligará a cada módulo conectado en esa misma cadena a funcionar limitado al de menor potencia.

### 5.1 SOFTWARE COMERCIAL PVSYST

PVSyst es una herramienta que sirve para desarrollar instalaciones fotovoltaicas que permite el estudio, la simulación y análisis de datos completa de los sistemas fotovoltaicos. Este software permite dimensionar el tamaño de las instalaciones teniendo en cuenta la radiación solar que recibiría en función de su ubicación gracias a su base de datos meteorológica, que permite su diseño en 3D y que tiene en cuenta la proyección de sombras gracias a la simulación del movimiento del sol durante el día. Además, el programa es capaz de extraer una tabla con 8760 datos de producción de todas las horas del año.



Inicialmente es necesario indicar al software la ubicación exacta donde se realizará la planta fotovoltaica y mediante la base climatológica integrada de *METEONORM* o *NASA* se generará un archivo meteorológico de la zona. Seguidamente se definirá el diseño del sistema mediante un espacio de trabajo en tres dimensiones generando los captadores solares y otros objetos a fin de determinar las sobras y la ganancia por orientación e inclinación todas las horas del año. En este apartado se dimensiona principalmente el sistema estructural eligiendo estructura fija o con seguidores y las distancias entre módulos. Por último, se tendrá que entrar en el sistema informático los componentes; inversores y módulos (predefinidos por el fabricante), las configuraciones y las pérdidas fijas a considerar como suciedad, la degradación inicial y las pérdidas por cableado.



Ilustración 2 – Mapa de radiaciones de España  
Fuente SolarGIS

### 5.1.1 Base de datos climatológicos:

Los datos de parida para el estudio han sido extraídos de la base climatológica *METEONORM* para la zona de estudio situada al sur de les Borges Blanques. Los datos que el programa tiene en cuenta son los mostrados en la tabla 1:

Mes	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T Amb °C
Enero	53,90	25,20	9,50
Febrero	87,70	31,00	10,60
Marzo	138,60	44,40	13,20
Abril	170,30	64,00	15,30
Mayo	205,00	78,60	19,00
Junio	224,60	73,60	23,30
Julio	229,00	68,30	25,70
Agosto	194,40	67,30	25,70
Septiembre	150,30	48,40	22,00
Octubre	104,10	41,50	18,30
Noviembre	67,50	28,00	12,90
Diciembre	47,90	23,40	9,69
<b>TOTAL</b>	<b>1677,30</b>	<b>594,00</b>	--



Donde:

GlobHor: Irradiación global horizontal. Energía Solar recibida en la Tierra medida en una superficie horizontal.

DiffHor: Irradiación difusa horizontal. Energía dispersada de su dirección original a causa de las moléculas de la atmósfera medida en una superficie horizontal.

Tamb: Temperatura ambiente diurna.

## 5.2 SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA DEL MÓDULO

Según lo explicado anteriormente en el apartado 4.1 la selección de instalar un módulo policristalino sobre un módulo monocristalino para un parque de gran escala es bastante directa. Teniendo en cuenta que un módulo monocristalino tiene una eficiencia de 20% mientras que un módulo policristalino una de 16,5% la diferencia es de un 3,5% en cuanto a producción. Inicialmente parecería óptimo implementar un sistema de alta eficiencia, sin embargo, el precio de los módulos monocristalinos puede llegar a ser entre un 15 y un 20% más caros. La elección para el parque será un módulo de **silicio policristalino de 320Wp**. Entre todos los fabricantes se elige un módulo estándar de la marca Yingli modelo YL P330-35b de 72 celdas.

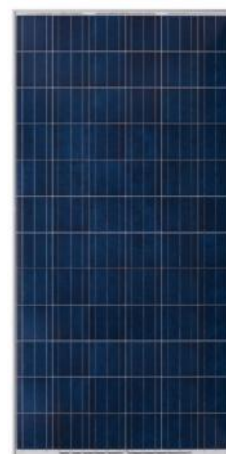


Ilustración 3 – Módulo FV

### Características del módulo:

• Potencia:	320 W
• Tolerancia	$\pm 5$ W
• Eficiencia	16,5%
• Tensión Max Vmpp	37,0 V
• Intensidad Max Impp	8,64 A
• Tensión circuito abierto Voc	46,0 V
• Intensidad cortocircuito Isc	9,18 A
• Dimensiones	1960x990x40mm
• Masa	25,5 kg

Se adjunta en Anexo

Tabla 1 Base Climática METEONORM

IV

Especificaciones la hoja de datos del Módulo

## 5.3 SELECCIÓN DE INVERSORES DE RED

Del mismo modo que los paneles pese a integrar una tecnología más modulable, los inversores multi etapa son ligeramente menos económicos y aportan mucho más trabajo de montaje, dado que aquí sería necesario realizar las conexiones de poca potencia y la salida conectarla a un transformador, además sería necesario instalarlos en una caseta técnica, refrigerada. La tecnología que más se adapta a un sistema de estas



características es un inversor compacto Power Station de 1,40 MVA cada unidad. Generalmente cada Power Station está configurada con 2 inversores, las protecciones en BT y AT y un transformador a Alta Tensión. Con lo que cada **Power Station** tendría una potencia de salida de **2,80 MVA**. Se selecciona un inversor de la marca española GAMESA modelo **E-PS -2,8 MVA**

#### Características del inversor (inversor de 1.4MVA):

- Potencia: 1.400 W
- Rango Tensión 610 -1000V
- Potencia salida 1,370 kW a 50°C
- Rendimiento 98,6%
- Consumo 200W
- Tensión Salida Trafo 12-33 kV
- Sobredimensionamiento <40% (DC/AC)



Ilustración 4 –Power Station GAMESA

Se adjunta en Anexo IV Especificaciones la hoja de datos del Inversor

### 5.3.1 Configuración de los inversores

Una vez seleccionado el módulo y el inversor será necesario valorar el rango de potencia AC/DC a configurar cada inversor.

Conociendo que el suministrador del inversor no dará garantías a un sistema que supere en un 40% la potencia en continua respecto a la potencia de salida del inversor se propone no sobredimensionar por encima del 30%.

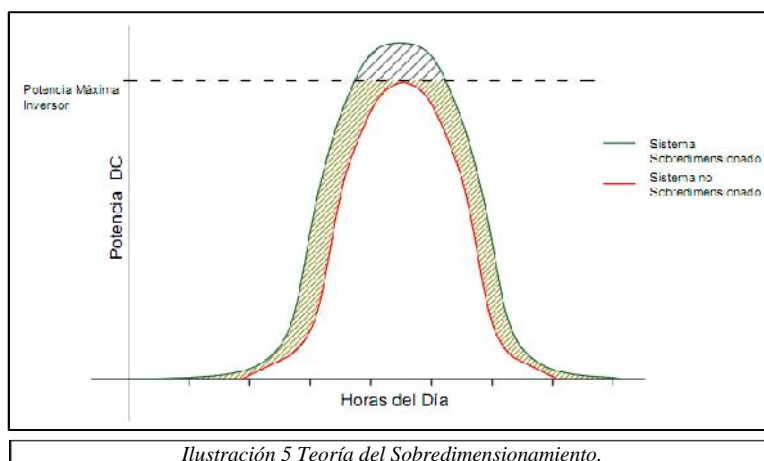


Ilustración 5 Teoría del Sobredimensionamiento.

La ilustración 2 muestra cómo teóricamente actúa el sobredimensionamiento en un campo fotovoltaico, siendo la curva verde la energía inyectada al inversor de un sistema sobredimensionado ( $Potencia\ AC < Potencia\ DC$ ) y la roja la energía de un sistema no sobredimensionado ( $Potencia\ AC = Potencia\ DC$ ). En un sistema con sobredimensionamiento el inversor limita la energía entregada, desaprovechando el pico teñido de gris en las horas de máxima producción, sin embargo, se aprovecha, comparativamente toda el área teñida de color amarillo durante las horas de menor incidencia, consiguiendo arrancar antes el sistema.





La idea es que la energía que se gana “lateralmente” sea mayor a la desaprovechada por la limitación del inversor.

Una vez decididos los elementos del sistema se pasará a dimensionar el parque fotovoltaico.

## 5.4 SELECCIÓN DE SISTEMA ESTRUCTURAL Y DIMENSIONADO DEL PARQUE

Para la elección del sistema estructural se ha simulado el parque fotovoltaico teniendo como limitación un área máxima aprovechable de 80 ha sobre la que se ha dibujado cada una de las alternativas a fin de valorar el espacio máximo fotovoltaico aprovechable. Lógicamente a mayor distancia entre filas, menor capacidad de potencia resultante de la planta fotovoltaica. A continuación, se mostrará la valoración de montaje de estructura fija y con seguidor a un eje.

### 5.4.1 Análisis de estructura fija

El sistema fijo estará compuesto por mesas de 3 paneles en vertical y filas de 20 unidades, configurando así tablas de un total de 60 paneles para formar tres strings o cadenas de 20 módulos cada una.

En cuanto la inclinación sí que es necesario un análisis detallado dado que en la latitud en la que nos encontramos,  $42^\circ$  aproximadamente la captación fotovoltaica mejorará a mayor inclinación, pero a su vez se verá más afectada por sombras. La distancia entre filas se entiende como la distancia de inicio de estructura a inicio de la siguiente con lo que considerando que los paneles miden aproximadamente 2 metros y se instalarán 3 módulos en vertical se dejará un espacio de 3 metros libres para mantenimiento y construcción del parque.



*Ilustración 6- Sistema Estructura Fija*

Se han realizado estudios de tres distancias entre filas 9, 10 y 11 metros y cada una se ha simulado con 4 inclinaciones respecto la horizontal 10, 15, 20, 25,  $30^\circ$ . En la tabla 2 se muestran los resultados. Se han considerado los siguientes costes de la inversión:

- 9 metros (7,2MWp)      0,90 €/Wp
- 10 metros (6,6MWp)    0,91 €/Wp
- 11 metros (6,6MWp)    0,92 €/Wp

*Tabla 2 Comparativa Estructura Fija*



Distancia entre filas	Inclinación	Panel	Nº Paneles	Potencia Pico	Potencia Nominal	HSPN	Producción	Precio pool*	Producción	Inversión	Retorno Directo**	Beneficio año 30
m	º	Wp	uds	kWp	kWn	kWh/kWh	kWh	€	€	€	años	€
9	10	320	22.560	7.219,20	5.600,00	1.513	10.922.649,60	0,05	546.132,48	6.497.280	11,897	9.886.694,40
	15	320	22.560	7.219,20	5.600,00	1.542	11.132.006,40	0,05	556.600,32	6.497.280	11,673	10.200.729,60
	20	320	22.560	7.219,20	5.600,00	1.556	11.233.075,20	0,05	561.653,76	6.497.280	11,568	10.352.332,80
	25	320	22.560	7.219,20	5.600,00	1.555	11.225.856,00	0,05	561.292,80	6.497.280	11,576	10.341.504,00
	30	320	22.560	7.219,20	5.600,00	1.543	11.139.225,60	0,05	556.961,28	6.497.280	11,666	10.211.558,40
10	10	320	20.640	6.604,80	5.600,00	1.517	10.019.481,60	0,05	500.974,08	6.010.368	11,997	9.018.854,40
	15	320	20.640	6.604,80	5.600,00	1.552	10.250.649,60	0,05	512.532,48	6.010.368	11,727	9.365.606,40
	20	320	20.640	6.604,80	5.600,00	1.572	10.382.745,60	0,05	519.137,28	6.010.368	11,578	9.563.750,40
	25	320	20.640	6.604,80	5.600,00	1.577	10.415.769,60	0,05	520.788,48	6.010.368	11,541	9.613.286,40
	30	320	20.640	6.604,80	5.600,00	1.571	10.376.140,80	0,05	518.807,04	6.010.368	11,585	9.553.843,20
11	10	320	18.720	5.990,40	5.000,00	1.517	9.087.436,80	0,05	454.371,84	5.511.168	12,129	8.119.987,20
	15	320	18.720	5.990,40	5.000,00	1.553	9.303.091,20	0,05	465.154,56	5.511.168	11,848	8.443.468,80
	20	320	18.720	5.990,40	5.000,00	1.578	9.452.851,20	0,05	472.642,56	5.511.168	11,660	8.668.108,80
	25	320	18.720	5.990,40	5.000,00	1.587	9.506.764,80	0,05	475.338,24	5.511.168	11,594	8.748.979,20
	30	320	18.720	5.990,40	5.000,00	1.588	9.512.755,20	0,05	475.637,76	5.511.168	11,587	8.757.964,80

De la tabla comparativa se extrae que prácticamente todas las alternativas son muy similares en cuanto a un retorno directo, los valores oscilan entre los 11 y los 12 años, con lo que se realizará el análisis valorando el beneficio durante la vida útil del proyecto. Con esta premisa, los valores más altos se dan para la separación mínima de **9 metros** y entre **20 y 25º de inclinación**, un total en torno a los 10,3 millones de Euros.

Se descarta la realización de un estudio a menor distancia, 8 metros, dado que la afectación por sombras en el estudio actual ya supera el 3% y, en el caso de emplazar las filas más juntas, las pérdidas por sombreado afectarían en exceso en la producción fotovoltaica. Además, una separación de 9 metros supone una distancia libre entre estructuras de 3 metros, distancia mínima por la que puede circular maquinaria pesada durante la fase constructiva.

## 5.4.2 Análisis de seguidores solar

En cuanto a un sistema mediante seguimiento solar se ha elegido un seguidor a un eje de motor central, es decir un mismo motor alimenta a un total de 16 filas de 40 paneles. La rotación que realizará el seguidor será de  $\pm 45^\circ$  respecto la horizontal. El seguidor estará dotado de backtracking, un sistema de cálculo de radiación que evita que exista sombra entre paneles girándolos lo suficiente pese a que no sea el ángulo de mejor incidencia. De esta forma se anulan prácticamente las pérdidas por sombreado directo (explicado en la memoria de cálculos).



Ilustración 7 – Sistema Estructural con Seguimiento Solar

Se valorarán 3 distancias entre filas 5,50, 6,00 y 6,50 metros considerando que 5,50 metros deja el espacio mínimo para mantenimiento. Se han considerado los siguientes costes de la inversión:

- 5,5 metros (4,17MWp) 1,05 €Wp
- 6 metros (3,81MWp) 1,06 €Wp
- 6,5 metros (3,35MWp) 1,07 €Wp



Distancia entre filas	Inclinación	Panel	Nº Paneles	Potencia Pico	Potencia Nominal	HSPN	Producción	Precio pool*	Producción	Inversión	Retorno Directo**	Beneficio año 30
m	º	Wp	uds	kWp	kWn	kWh/kWh	kWh	€	€	€	años	€
5,50	45º/-45º	320	13.040	4.172,80	3.750,00	1.825	7.615.360,00	0,05	380.768,00	4.381.440	11,507	7.041.600,00
6,00	45º/-45º	320	11.920	3.814,40	2.800,00	1.838	7.010.867,20	0,05	350.543,36	4.423.168	12,618	6.093.132,80
6,50	45º/-45º	320	11.120	3.558,40	2.800,00	1.860	6.618.624,00	0,05	330.931,20	4.464.896	13,492	5.463.040,00

Se demuestra que la mejor alternativa tanto por tiempo de retorno como por ganancia al año 30 la mejor opción es la de 5,5 metros.

Comparando ambos tipos de estructura queda claro que la alternativa más viable es la estructura fija para esta latitud. En cuanto a la elección a realizar de estructura fija se seleccionará una estructura separada a **9,00 metros y a 20º de inclinación.**

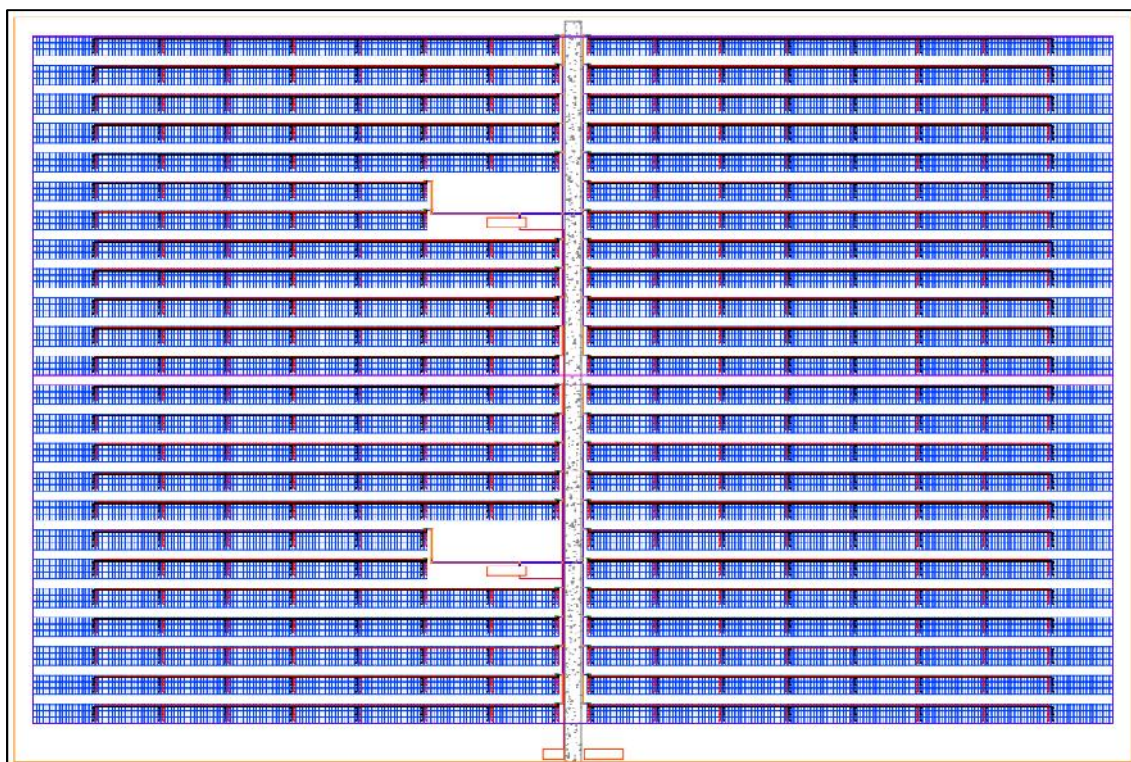


## 6 DIMENSIONAMIENTO DEL PARQUE FV

Tras haber analizado todas las alternativas posibles se ha diseñado un aparque fotovoltaico óptimo dada la zona y las dimensiones con las siguientes características:

- **Generación (HSPN horas sol pico)** 1.556 kWh/kWp
- **Potencia nominal** 5.600 kW<sub>AC</sub>.
- **Potencia pico** 7.219 kW<sub>DC</sub>.
- **Número de módulos** 22.560 unidades.
- **Modelo módulo** Yingli YL P320-35b.
- **Número de Inversores** 4 unidades en 2 Power Stations.
- **Modelo inversor** Gamesa E-PS 2600 2800 kVA.
- **Sistema estructural** Estructura fija.
- **Inclinación** 20°
- **Separación** 9 metros
- **Orientación** Sur

La ilustración 9 muestra el diseño del parque FV:



*Ilustración 9 – Diseño del Parque FV*



## 6.1 PRINCIPALES MATERIALES

### 6.1.1 Paneles Fotovoltaicos

Se instalará 22.560 módulos fotovoltaicos de 325Wp, desde el fabricante Yingli o similar. La instalación tendrá una potencia total de 7,219 kW-DC. El modelo propuesto tiene las siguientes características:

#### FABRICANTE YINGLI SOLAR: YL 315.

- Módulos:
  - Yingli Solar YGE 72 CELL YL325-35b.
- Actuación:
  - 0 / + 3 Wp tolerancia
  - Eficiencia del módulo = 16,5%.
- Fiabilidad:
  - Marco de aluminio anodizado.
  - 1000Vdc tensión máxima del sistema
  - La garantía del producto de hasta 10 años.
  - Garantía de producción de 10 años al 91,2% del rendimiento de potencia mínimo y garantía de producción a los 25 años de un 80,7% del rendimiento mínimo de energía.
  - Capacidad de carga estática delantera de hasta 5,4 kPa
  - Capacidad de carga estática de nuevo hasta 2,4 kPa
- La seguridad:
  - Caja de conexiones IP-65.
  - Conector MC4 MultiContact
- Certificados:
  - IEC 61215, IEC 61730, IEC 62804, CCA, FSEC, ISO 9001: 2008, ISO 14001: 2004, OHSAS 18001: 2007, la norma SA8000



Ilustración 10 - Panel FV 2

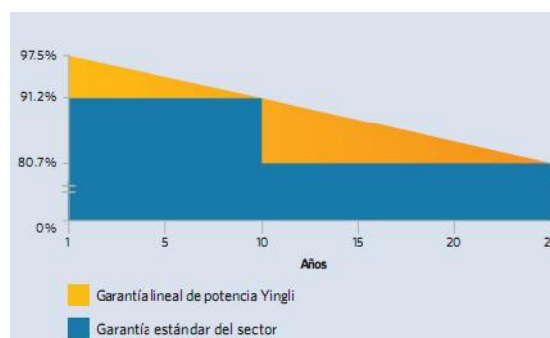


Tabla 4- Garantía de Degradación máxima ofrecida por Yingli.





### 6.1.2 Power Station; Inversores y transformador

El diseño de la instalación constará de 2 GAMESA PV ESTACIONES modelo E-2.8MVA (PV cada estación incluye 2 inversores de 1.4MVA, o similar. Proporcionará una potencia total de CA 5,60MWn.

Con el fin de conectar al sistema de seguimiento, todos los inversores incluirán un sistema de comunicación.



*Ilustración 11 – Power Station GAMESA 2*

#### **GAMESA PV ESTACIÓN E-2.8MVA**

##### **PV Componentes de la Estación**

- Inversor 2 x GAMESA E-1.4MVA para la conexión a la red.
- 1 transformador será de tipo de aceite 2,8MVA de 2800 kVA elevador a 22kV 0,4-0,4kV Dy11y11 ETS 1000m 50 °C 50Hz.
- 1 x MV switchgear 2L / 1P 33kV 630A 16kA SF6.
- Transformador de 16 kVA auxiliar con filtro, envolvente y protecciones.
- Inversor integrado en un contenedor de 40 pies estándar. Sistema de refrigeración por agua (circuito cerrado), Instalado y testado en fábrica (verificación de las conexiones interiores y servicios auxiliares. Solución plug & play.

##### **Rendimiento (inversor):**

- Rendimiento superior a 98,6%.
- Factor de frecuencia de 1 / 0.9
- El consumo de noche bajo (<200W).

##### **Fiabilidad (inversor):**

- Garantía de 5 años.
- Posibilidad de ampliar la garantía hasta 10, 15, 20 años.
- Ethernet y el control y la comunicación de fibra óptica



### Seguridad (inversor):

- Protección IP20 en los componentes electrónicos.
- DC protección contra sobretensiones.

### Normativa (inversor)

- EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 50178, de conformidad CE.
- Garantía estándar del producto: 5 años desde la puesta en marcha.
- Garantía del producto se puede extender en un año base al año hasta 20 años a partir de la puesta en servicio.

### Configuración del sistema

POWER Stations	2	Unidades
Potencia total	5,60	MW-AC
Nº de paneles por PV-S	11.280	paneles
Total Nº de paneles	22.560	paneles
P <sub>DC</sub> de los módulos	325	Wp
Total DC Power per PV-S	3.66	MWp
Sobredimensionamiento	30,71	%
Configuración de cada PV Station		
Inversor 1 (1.4MW)	11 combiner boxes de 24 cadenas de 20 paneles	
	1 combiner box de 18 cadenas de 20 paneles	
Inversor 2 (1.4MW)	11 combiner boxes de 24 cadenas de 20 paneles	
	1 combiner box de 18 cadenas de 20 paneles	

Tabla 5- Datos de Power Station y Configuración

### 6.1.3 Definición del sistema estructural

El parque fotovoltaico se proyecta en el suelo mediante una estructura metálica que ejercerá de soporte. Esta se monta y se ancla directamente al terreno, y sobre ella se apoyarán y fijarán los paneles.

En este documento se dan respuesta las siguientes cuestiones:

- Estructura fija. La estructura de soporte de los paneles será fija con la inclinación deseada.
- Estructura anclada directamente al suelo.
- Garantía de máxima durabilidad.

La estructura fija se compone de una estructura principal, donde se apoyan los paneles. Esta estructura está anclada al suelo a través de pórticos inclinados que darán la orientación óptima al campo solar.

Debido a parámetros restrictivos se deben utilizar materiales de primera calidad, además de realizar un diseño de la estructura y la cimentación que se ajusten a las cargas que puedan derivarse de los vientos y cargas de nieve.



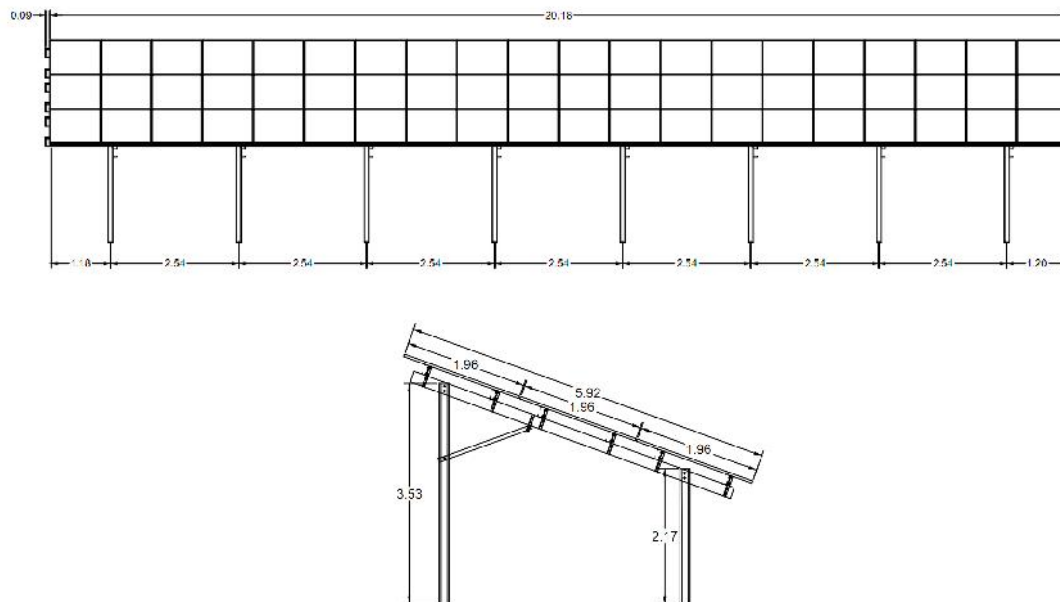
### Fabricantes propuestos:

Para cumplir con las condiciones de calidad de material y diseños, se proponen diversos fabricantes de estructura que puedan garantizar estos requisitos. Las empresas consultadas más importantes han sido las siguientes:

- Grupo Clavijo.
- Gonvarri.

Tras el análisis de las soluciones propuestas por los diferentes fabricantes, y teniendo en cuenta los requisitos de seguridad, garantía y precio, se propone la solución de Grupo Clavijo; que incluye bancadas de 3 paneles en vertical inclinados a  $20^\circ$ , y con una longitud total de 20 paneles. A continuación, se muestra la solución estructural:

*Ilustración 12 – Sistema Estructural*



*Ilustración 13 – Diseño Estructural*

La estructura soporte de los paneles y los pórticos que proporcionan la inclinación son de acero laminado en frío y galvanizado en caliente según la norma UNE-EN ISO 1461. Se asegura una capa de galvanizado de alrededor de 70 micras, que garantiza la durabilidad de la estructura en unos 25 años, en base a la Norma ISO 9223.

Los postes de los pórticos están anclados al suelo para asegurar la transmisión mecánica adecuada de la presión y de succión en los paneles, resultantes por las cargas de gravedad y el viento. El sistema de anclaje previsto también minimiza las vibraciones características de una estructura de metal, debido a las fluctuaciones tales como cargas de viento.

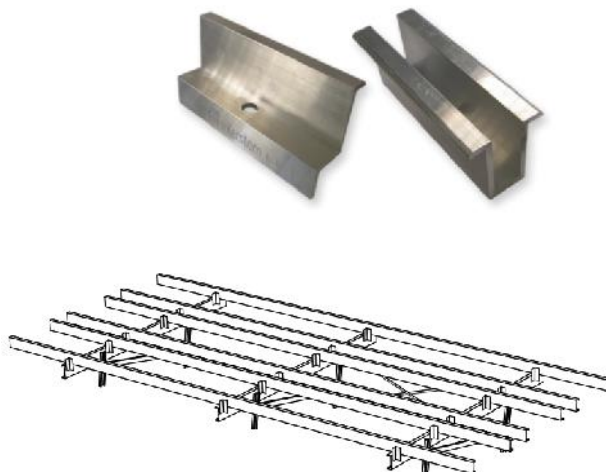
En el plano de los paneles fotovoltaicos se distribuye seis perfiles galvanizados en caliente, que se anclan a los pórticos de acero galvanizado mediante tornillos de acero inoxidable con estándar de calidad A2-70. Existirá una separación de EPDM en la unión con el acero galvanizado de la estructura y el aluminio de los





paneles fotovoltaicos. Estos perfiles están situados dentro de la zona geométrica del panel fotovoltaico, para el que el fabricante asegura una resistencia a la presión de 5.400 Pa.

Los paneles se anclan a los perfiles galvanizados por grapas de aluminio con tornillos de acero inoxidable con el mismo estándar de calidad A2-70



*Ilustración 14 – Grapas de aluminio de soporte.*

#### 6.1.4 Sistema de cimentación

Dadas las hipótesis iniciales, se plantea un sistema de cimentaciones de la estructura mediante hincados directos al terreno. El pilar es un perfil de acero galvanizado en C125 de 3 mm de espesor y 3,53 metros de longitud los pilares traseros y 2,17 metros los delanteros. Se hincarán a una profundidad de 1,5 metros movilizándolo

*Ilustración 15- Detalle 3D de correas sin paneles.*

así,

gran cantidad de terreno. Cada pórtico va espaciado del siguiente a 2,54 metros. Teniendo en cuenta estos condicionantes, se instalarán para conformar el total del parque fotovoltaico 376 estructuras de 60 paneles con un total de 6.016 pilares a hincar.

Hincado por Percusión:

La colocación de los elementos de hincado se hace de forma dinámica con la percusión. Un martillo hidráulico golpea el elemento de hincado con ayuda de una maza. El martillo hidráulico suele estar colocado en un dispositivo de mástil. El ámbito de uso de la percusión se solapa con el del hincado. De todos modos los martillos hidráulicos que hay hoy en día permiten transmitir fuerzas dinámicas claramente mayores, por lo que los trabajos de hincado percutido se suelen usar a menudo sistemas fotovoltaicos.



*Ilustración 16 –Hincadoras – Fuente Señalizaciones Alicante*



Para llevar a cabo la tarea del hincado de pórticos se alquilarán dos máquinas hincadoras, completamente preparadas para realizar esta tarea. La duplicidad de esta maquinaria no sería necesario por tiempos de trabajo pero si para evitar paradas en la construcción del parque fotovoltaico dado que ésta es la tarea más crítica.

Por media una máquina hincadora es capaz de instalar 220 postes al día, esto resume que la tarea costará un total de 14 días sin imprevistos.



## 6.2 DATOS EXTRAÍDOS DEL CÁLCULO DE PVSYST

Tras un diseño algo más detallado del parque fotovoltaico e incorporando los elementos que pueden generar sombras se ha realizado una segunda simulación, siendo más precisos en el diseño del parque fotovoltaico, emplazando los inversores y la caseta técnica y respetando las distancias de los caminos internos. Todo ello genera valores muy similares a los del análisis inicial, donde el único valor diferente es la afectación por sombras que se eleva en un 0,1%. La ilustración 17 muestra el diseño definitivo del parque FV.

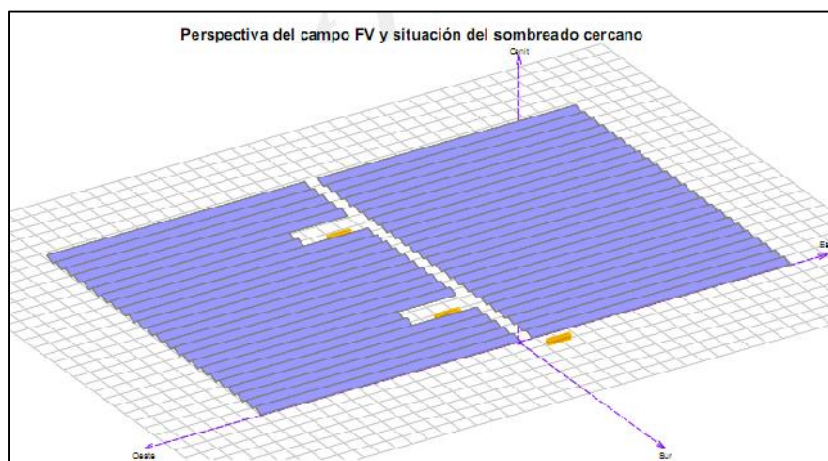


Ilustración 17- Diseño 3D del Parque  
PVSyst

La tabla 6 refleja los datos resultantes y se puede observar que la energía entregada a red es poco superior a la esperada en la tabla 2, este error se debe a un redondeo que realiza el programa.

En total el Parque FV inyectará a red un total de **11.234MWh al AÑO CERO**. Para conocer la inyección a red al final del año 1 será necesario descontarle el valor total de la degradación inicial máxima garantizada por el fabricante un **2.50%**. Esta degradación inicial comprende dos factores:

- **LID (Light Induced Degradation)** Corresponde a la degradación o pérdida de rendimiento de un módulo la primera vez que se somete a una fuerte radiación solar. Este efecto tiene un valor según fabricante de 1,30% (Contemplado en la Simulación).
- **Degradación lineal:** Todos los módulos sufren una pérdida de potencia continuada durante su vida útil. Los valores de degradación lineal parten que el primer año el módulo perderá un 1,20% de su potencia y anualmente decrecerá esta, a un gradiente de 0,70%/año. (valores no contemplados).

Con lo que se estima que el primer año el campo fotovoltaico y considerando la peor situación garantizada por el fabricante de módulos, producirá un total de **11.098,27MWh**.



**Balances y resultados principales**

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
Enero	53.9	25.20	9.50	77.3	66.9	467	448	0.803
Febrero	87.7	31.00	10.60	119.2	109.4	759	731	0.850
Marzo	138.6	44.40	13.20	188.0	157.1	1065	1026	0.846
Abril	170.3	64.00	15.30	187.4	174.6	1175	1133	0.837
Mayo	205.0	78.60	19.00	210.9	196.1	1298	1252	0.822
Junio	224.6	73.60	23.30	223.2	207.8	1339	1292	0.802
Julio	229.0	68.30	25.70	231.2	216.0	1381	1331	0.798
Agosto	198.4	67.60	25.70	212.5	198.5	1268	1223	0.797
Septiembre	150.3	48.40	22.00	176.4	164.8	1069	1031	0.809
Octubre	104.1	41.50	18.60	133.2	123.1	824	794	0.826
Noviembre	67.5	28.00	12.90	98.3	86.0	597	575	0.810
Diciembre	47.9	23.40	9.69	70.8	59.3	416	399	0.780
Año	1677.3	594.00	17.16	1908.4	1759.6	11655	11234	0.815

*Tabla 6 – Resultados de la Simulación*

Donde:

- GlobHor: Irradiación global horizontal. Energía Solar a la Tierra medida en una superficie horizontal.
- DiffHor: Irradiación difusa horizontal. Energía dispersada de su dirección original a causa de las moléculas de la atmósfera medida en una superficie horizontal.
- Tamb: Temperatura ambiente diurna.
- GlobInc: Irradiación incidente al plano receptor, corresponde a la energía que percibe el módulo corregida a su ángulo de inclinación y orientación.
- GlobEff: Global efectiva. Valor de la energía en forma de luz que percibe el módulo. Corresponde a:

$$Glob\ Eff = Global\ Inclined - Pérdidas\ por\ reflexión\ de\ vidrio\ del\ módulo\ (IAM) - las\ pérdidas\ por\ sombreado.$$

Se justificaría como la energía solar que perciben las celdas de silicio.

- EArray: Energía efectiva a la salida del generador. Es a la Energía Eléctrica a la salida del módulo. Corresponde a:

$$EArray = GlobEff \cdot Rendimiento\ del\ módulo$$

- EGrid: Energía inyectada a red tras aplicar todas las pérdidas del sistema fotovoltaico.
- PR: Factor de rendimiento de la planta. Energía eléctrica inyectada a la red frente energía recibida del Sol

*Todas las pérdidas quedarán explicadas en el apartado 9.1 Cálculo del campo Fotovoltaico.*



## 7 ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO DEL PARQUE SOLAR FV

Una vez valorada la energía que el parque puede entregar a la red al año 1 se puede calcular la producción y los ingresos de este durante toda su vida útil. Para ello ha sido necesario realizar un modelo detallado de la planta y valorar económicamente los costes de este. Según el presupuesto realizado (adjunto en el capítulo 11) el proyecto asciende a un total sin IVA de **6.454.470,36 Euros, es decir 0,894€/Wp** muy próximo al precio estimado inicial.

### 7.1 GENERACIÓN ELÉCTRICA ANUAL

Para valorar económicamente el rendimiento del parque a continuación se calculará la energía total inyectada a la red año a año, aplicando las degradaciones de los módulos máximas marcadas por el fabricante.

- Degradación primer año un 2,50% (incluyendo el LID).
- Degradación anual del 0,70%.

Año	Rendimiento	Energía (kWh)	Energía (MWh)
0	98,7% (*)	11.233.075,20	11.233,08
1	97,50%	11.098.278,30	11.098,28
2	96,80%	11.019.646,77	11.019,65
3	96,10%	10.941.015,24	10.941,02
4	95,40%	10.862.383,72	10.862,38
5	94,70%	10.783.752,19	10.783,75
6	94,00%	10.705.120,67	10.705,12
7	93,30%	10.626.489,14	10.626,49
8	92,60%	10.547.857,61	10.547,86
9	91,90%	10.469.226,09	10.469,23
10	91,20%	10.390.594,56	10.390,59
11	90,50%	10.311.963,03	10.311,96
12	89,80%	10.233.331,51	10.233,33
13	89,10%	10.154.699,98	10.154,70
14	88,40%	10.076.068,45	10.076,07
15	87,70%	9.997.436,93	9.997,44
16	87,00%	9.918.805,40	9.918,81
17	86,30%	9.840.173,88	9.840,17
18	85,60%	9.761.542,35	9.761,54
19	84,90%	9.682.910,82	9.682,91
20	84,20%	9.604.279,30	9.604,28
21	83,50%	9.525.647,77	9.525,65
22	82,80%	9.447.016,24	9.447,02
23	82,10%	9.368.384,72	9.368,38
24	81,40%	9.289.753,19	9.289,75
25	80,70%	9.211.121,66	9.211,12
26	80,00%	9.132.490,14	9.132,49
27	79,30%	9.053.858,61	9.053,86
28	78,60%	8.975.227,08	8.975,23
29	77,90%	8.896.595,56	8.896,60
30	77,20%	8.817.964,03	8.817,96

Tabla 7- Producción mínima garantizada

(\*) Valor en el año 0 de 11.233.075 kWh con las pérdidas LID incluidas.



## 7.2 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Conocida la energía anual inyectada a la red del sistema solar fotovoltaico y su coste de implantación será necesario valorar el coste de operaciones y mantenimiento anual del sistema.

El mantenimiento de un parque fotovoltaico es vital para cumplir los ratios de producción esperados. Será necesario principalmente realizar una limpieza de módulos anual para evitar excesos de suciedad, un desbroce anual a fin de evitar la proliferación de vegetación que pueda provocar sombras sobre los módulos y un mantenimiento preventivo de los elementos eléctricos para que no se produzcan paradas inesperadas de los inversores. Simplificando el cálculo un presupuesto aproximado del coste de mantenimiento correspondería a:

- Limpieza de módulos:
  - 4 operarios a 17,5€/hora (Precio CYPE)
  - 20 días
  - Jornadas de 8 horas
  - Alquiler máquinas y Agua a 200€/día
    - **15.200 Euros/año**
- Desbroce de terreno
  - 5 operarios a 17,5€/hora (Precio CYPE)
  - 20 días
  - Jornadas de 8 horas
  - 2 Desbrozadoras 75€/día
    - **17.000 Euros/año**
- Mantenimiento Preventivo
  - 2 electricistas a 32€/hora (Precio CYPE)
  - 1 revisión por trimestre
  - 10 horas/revisión
  - Desplazamiento 80€/revisión
    - **2.880 Euros/año**
- **TOTAL: 35.080 Euros/año.**



### 7.3 ANÁLISIS DE RETORNO DE LA INVERSIÓN

Una vez conocidos todos los costes y la energía mínima garantizada por el fabricante de módulos generada anualmente será necesario estimar el coste de venta de energía aplicable para un parque fotovoltaico de estas condiciones. Para realizar esta valoración se ha solicitado a un distribuidor de red (Endesa) los precios de venta a red del 2016 hora por hora, la tabla completa se mostrará en el apartado 9.6 –Tablas 8760. De esta tabla se extrae un valor promedio de **0,387 Euros por kWh** generado.

Por otra parte, del programa PVSyst se ha extraído la tabla de generación hora a hora durante un año multiplicando ambas matrices hora a hora se extrae el ingreso por venta de energía durante un año de **435.959,57 Euros** el primer año.

Para valorar el impacto económico de la inversión se han tendido que realizar dos hipótesis referentes al crecimiento del IPC energético y general.

La evolución del IPC energético desde 2014 a 2017 ha sufrido un crecimiento continuado del 2,3% según la siguiente bibliografía:

- (1) <http://www.efc.com/efe/espana/economia/la-caida-de-los-precios-energeticos-frena-subida-del-ipc-al-2-3-en-marzo/10003-3223214>
- (2) <http://www.ine.es/dyngs/IOE/es/operacion.htm?numinv=10002>

A su vez se estima un crecimiento del IPC general del 0,9% anual según estadísticas del INE.

- (1) <http://www.ine.es/varipc/verVariaciones.do?idmesini=5&anyoini=2015&idmesfin=5&anyofin=2017&ntipo=1&enviar=Calcular>

Una vez dados por válidos los valores descritos se resuelven los datos expuestos en la tabla8:

Detalles del Parque FV	
Potencia Pico (kW <sub>DC</sub> )	7219,2
Potencia Nominal (kW <sub>AC</sub> )	5,6
H.S.P.N (kWh/kW <sub>p</sub> )	1556
Numero Paneles (Unidades)	22560
Numero Inversores(Unidades)	4

Tabla 8 – Tablas Resumen de Datos Generalesde Parque FV

Valores Económico-Energéticos	
Producción Año 0 (kWh)	11.233.075,20
Precio Energía 2016 (€/kWh)	0,0388
IPC Energético	2,30%

Tabla 9 – Tablas Resumen de Datos Energético económicos de Parque FV

Valores Económicos	
Coste del Sistema (Euros)	6.454.673,30
Coste OPEX (Euros)	35.080,00
IPC Económico	0,90%

Tabla 10 – Tablas Resumen de Datos Económicos de Parque FV



Conocidos todos los valores se extrae la tabla 9 mostrando la evolución año por año de los ingresos frente a los gastos:

Año	Producción Fotovoltaica (kWh) (1)	Precio promedio de la Energía (€/kWh) (2)	Ingresos por Venta (€) (3)	Coste Operación y Mantenimiento (€) (4)	Ingreso Neto (€) (5)	Balance Económico (€) (6)	Retorno de la Inversión (7)
0	11.233.075,20	--	--	--		-6.454.673,30	
1	11.098.278,30	0,0388	435.959,57	-35.080,00	400.879,57	-6.053.793,73	1,00
2	11.019.646,77	0,0397	440.634,80	-35.395,72	405.239,08	-5.648.554,65	1,00
3	10.941.015,24	0,0406	447.575,69	-35.714,28	411.861,41	-5.236.693,25	1,00
4	10.862.383,72	0,0416	454.602,76	-36.035,71	418.567,05	-4.818.126,19	1,00
5	10.783.752,19	0,0425	461.716,32	-36.360,03	425.356,29	-4.392.769,91	1,00
6	10.705.120,67	0,0435	468.916,61	-36.687,27	432.229,34	-3.960.540,57	1,00
7	10.626.489,14	0,0445	476.203,87	-37.017,46	439.186,41	-3.521.354,16	1,00
8	10.547.857,61	0,0455	483.578,28	-37.350,61	446.227,67	-3.075.126,50	1,00
9	10.469.226,09	0,0466	491.040,01	-37.686,77	453.353,24	-2.621.773,26	1,00
10	10.390.594,56	0,0476	498.589,16	-38.025,95	460.563,21	-2.161.210,05	1,00
11	10.311.963,03	0,0487	506.225,81	-38.368,18	467.857,63	-1.693.352,43	1,00
12	10.233.331,51	0,0498	513.949,99	-38.713,50	475.236,50	-1.218.115,93	1,00
13	10.154.699,98	0,0510	521.761,70	-39.061,92	482.699,78	-735.416,15	1,00
14	10.076.068,45	0,0522	529.660,86	-39.413,48	490.247,38	-245.168,77	0,500
15	9.997.436,93	0,0534	537.647,37	-39.768,20	497.879,18	252.710,41	0,00
16	9.918.805,40	0,0546	545.721,07	-40.126,11	505.594,96	758.305,37	0,00
17	9.840.173,88	0,0558	553.881,75	-40.487,25	513.394,50	1.271.699,87	0,00
18	9.761.542,35	0,0571	562.129,13	-40.851,63	521.277,50	1.792.977,37	0,00
19	9.682.910,82	0,0584	570.462,89	-41.219,30	529.243,59	2.322.220,97	0,00
20	9.604.279,30	0,0598	578.882,63	-41.590,27	537.292,36	2.859.513,33	0,00
21	9.525.647,77	0,0612	587.387,91	-41.964,58	545.423,33	3.404.936,65	0,00
22	9.447.016,24	0,0626	595.978,20	-42.342,26	553.635,94	3.958.572,59	0,00
23	9.368.384,72	0,0640	604.652,92	-42.723,34	561.929,57	4.520.502,16	0,00
24	9.289.753,19	0,0655	613.411,40	-43.107,85	570.303,54	5.090.805,70	0,00
25	9.211.121,66	0,0670	622.252,90	-43.495,83	578.757,08	5.669.562,78	0,00
26	9.132.490,14	0,0685	631.176,63	-43.887,29	587.289,34	6.256.852,12	0,00
27	9.053.858,61	0,0701	640.181,67	-44.282,27	595.899,40	6.852.751,52	0,00
28	8.975.227,08	0,0717	649.267,05	-44.680,81	604.586,24	7.457.337,76	0,00
29	8.896.595,56	0,0734	658.431,71	-45.082,94	613.348,77	8.070.686,53	0,00
30	8.817.964,03	0,0750	667.674,47	-45.488,69	622.185,79	8.692.872,31	0,00

Tabla 11- Análisis Económico del Parque FV

Donde:

- (1) Producción fotovoltaica extraída de la tabla 4 Energía Final Corregida
- (2) Precio de venta a pool energético de 2016 aplicado año a año un incremento del IPC energético del 2,3% según fuentes estatales.
- (3) Ingresos por venta, producto de energía generada por precio del kWh.
- (4) Costes de operación y mantenimiento extraído del capítulo 7.2 con la actualización de su valor mediante la aplicación anual de IPC general.
- (5) Ingreso neto, variación entre ingreso por venta y coste de mantenimiento.
- (6) Balance económico o cash flow. Una vez aplicado el coste de instalación (sin IVA) se refleja la amortización anual
- (7) Retorno de la inversión ROI cálculo de la amortización completa de la instalación (14,5 años).

Tras el análisis de la evolución económica de los ingresos frente a gastos del parque fotovoltaico se extraen los siguientes datos remarcables:

- **Ingreso en 20 años de cerca de 3 millones de Euros.**
- **Ingreso en 30 años de cerca de 9 millones de Euros.**
- **Retorno de la inversión a los 14,5 años.**





## **8 INSTALACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO**

El siguiente apartado describirá paso a paso las tareas a realizar para la ejecución de los trabajos de obra civil y montaje electro mecánico.

### **8.1 OBRA CIVIL**

Un equipo de trabajadores iniciará la instalación adecuando la zona y habilitando los accesos para el paso de camiones con el material. El parque fotovoltaico dispondrá de una zona de acopio para la descarga, control y gestión de los stocks situado en la parte sur del sistema fotovoltaico.

Los principales trabajos que los equipos de obra civil deberán realizar son:

- Limpieza de terreno.
  - Desbroce.
  - Aplicación de herbicidas.
- Vallado perimetral.
- Caminos y acceso.
- Zanjas.
  - Baja tensión.
  - Media tensión.
- Losas de hormigón.
  - Inversores.
  - Caseta técnica.
- Instalación de la caseta técnica.

#### **8.1.1 Limpieza de Terreno**

Pese a que se considere que el terreno se halla libre de vegetación densa será imprescindible realizar una serie de acciones para adecuar el terreno y poder facilitar el montaje del campo fotovoltaico y el paso de maquinaria y vehículos de transporte.

Desbroce:

Durante esta fase se utiliza maquinaria de movimiento de tierras y operarios con herramientas manuales, las tareas a realizar consisten en la limpieza del terreno de vegetación y objetos que puedan ejercer de obstáculo durante la construcción. La superficie aproximada que hay que desbrozar es de 80.000 m<sup>2</sup>.

### Aplicación de herbicidas:

Se utilizarán productos herbicidas, para acabar totalmente con la vegetación existente en el lugar y evitar en la mayor medida que estas vuelvan a aparecer en un futuro. La zona al dejar de ser un terreno destinado a la agricultura no habrá demasiados condicionantes para la selección de un herbicida, aun así, se aplicará un tipo de herbicida catalogado por el Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente **MAPAMA** listado en la página web de fitosanitarios permitidos anexo a continuación:



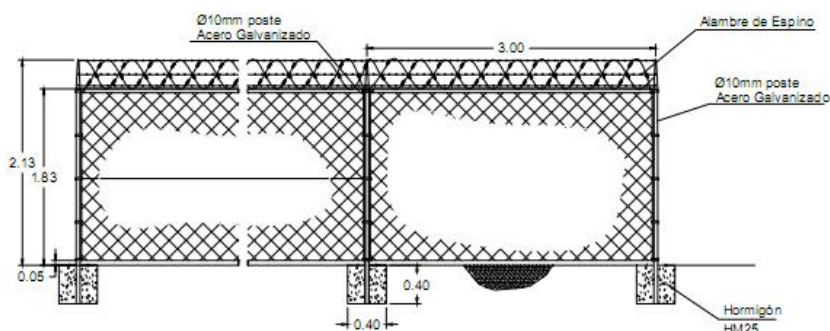
*Ilustración 18 – Aplicación herbicida  
(Fuente MAPAMA)*

<http://www.mapama.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/registro/menu.asp>

Además, la aplicación del herbicida se realizará con las medidas de seguridad necesarias.

### 8.1.2 Vallado Perimetral

Todo el perímetro de la instalación se cerrará mediante una valla de metálica. Esta valla dispone de una longitud total de 1.155 metros, una altura de 1,83 metros además de incluir alambre de espino en la parte superior, llegando a una altura total de 2,13 metros. Cada poste se separará del siguiente 3,00 metros y cada uno de estos quedará anclado al terreno por mediante dados de hormigón de 0,40 x 0,40 x 0,40 metros. Se aplicará tierra de relleno en las zonas que sea necesario a fin de evitar aperturas por debajo del vallado.



*Ilustración 19 Detalle del vallado*

Las puestas de acceso al parque fotovoltaico estarán conformadas mediante el mismo sistema que el vallado perimetral, postes de acceso de soporte para un entrelazado metálico y alambre de espino encima, solo que la puerta tendrá una distancia de apertura libre de 5,00 metros, apto para el paso de vehículos de gran tonelaje.



### **8.1.3 Caminos de Acceso**

Con la finalidad de establecer un acceso a todos los puntos de parque fotovoltaico se realizará un camino central comunicando los dos inversores. Estas vías se habilitarán para el tránsito de vehículos y estarán compuestas de una primera capa de caliche o material similar compactado para anivelar y una fina capa superior en grava. Los caminos internos, tendrán una anchura libre de 5,00 metros para el paso de vehículos pesados hasta los inversores. La longitud total de vías a realizar es de 225 metros. Muy importante señalar que esta tarea no solo permite un paso de vehículos pesados, sino que también, la buena ejecución de estos caminos servirá para evitar el levantamiento de polvo en y reducir así, la cantidad de suciedad en la superficie de captación de las placas.

Cabe recordar que entre fila y fila de estructuras se ha dejado una distancia mínima de 3,00 metros libres para el paso de las máquinas obra y mantenimiento (limpieza de paneles y desbroce).

### **8.1.4 Zanjas**

Para la conducción de línea eléctricas se realizarán las correspondientes zanjas y arquetas de registro que garanticen la correcta instalación del cableado.

Las zanjas discurrirán de norte a sur por ambos extremos de los caminos, comunicando todas las cajas de combinación hasta el inversor. Así mismo, el cableado de media tensión comunicará ambos inversores por el pasillo central hasta el centro de medida a la salida del parque. El trazado será lo más recto posible y paralelo a referencias fijas. Se tendrán en cuenta los radios de curvatura mínimos de los cables, a mantener en cada cambio de dirección.

Las líneas de baja tensión y todo el cableado de corriente continua irá instalado siempre bajo tubo, a una profundidad de 0,75 a 1,00 metro. El cableado de media tensión se instalará directamente enterrado.

Las zanjas de baja tensión y corriente continua estarán compuestas por, una primera capa de arena de río compactada, sobre esta se instalarán los tubos de PVC corrugado de alta densidad y de color rojo por la parte exterior de 125mm de diámetro por los que transitarán el cableado, hasta un máximo de tres series por conducto (seis cables). Sobre estos se pasarán dos conductos también de PVC corrugado de 50mm por donde pasarán las comunicaciones y los servicios auxiliares.

Estos tubos de PVC se taparán con una mezcla de arena de río y arena extraída sin aristas ni rocas que puedan dañar los conductos. Una vez queden completamente cubiertos por tierra, se acabará de rellenar la zanja con arena previamente extraída y se instalará la cinta de señalización que servirá para evitar accidentes en el futuro cuando se realicen obras sobre la construcción actual.

#### **Zanja BT:**

Se diferenciarán siete clases distintas de zanja para la BT. Tres compuestas por un solo tubo de PVC de Ø125mm y dos de Ø 50mm, que llevarán una, dos y tres series respectivamente. Las demás zanjas de BT



estarán compuestas con tubos de Ø125mm y dos tubos auxiliares de Ø 50mm, estas zanjás llevarán de tres hasta seis pares de cables.

Además de las zanjás anteriormente descritas también cruzando los caminos internos se realizarán zanjás reforzadas con una capa de 5 centímetros de hormigón armado. Estas zanjás estarán formadas por 4 tubos de PVC con una anchura libre de 90 centímetros y su composición será idéntica a las anteriormente descrita solo que se añadirá una última capa de hormigón armado HA-20/B/20/IIa de entre 7 y 10 cm.

#### Zanja MT:

Las zanjás de Media Tensión de salida de los inversores tendrán una profundidad de un metro y se instalará el cable directamente enterrado, lógicamente se instalará un tipo de cableado apto para este tipo de instalación. Estará compuesto por las mismas capas que la zanja anteriormente descritas.

Para la protección de los cables ante el choque de herramientas metálicas en los trabajos de excavación, se utilizarán placas de plástico colocadas a lo largo del tendido. Las características de las placas son las siguientes:

Tipo de material: Polietileno (PE) o Polipropileno (PP)

Densidad mínima: PE = 0,94 g/cm<sup>3</sup> y PP= 1gr/cm<sup>3</sup>

Color: AmarilloS0580- Y10R según UNE-48103

Peso: 0,5 kg/ unidad

Dimensiones: 250x 1000x 2,5 mm

Resistencia a tracción: 10 kg.

Resistencia al impacto: 10 J

Las placas estarán fabricadas con componentes libres de halógenos y metales pesa y permitirán ensamblarse entre sí longitudinalmente mediante remache de plástico. Éstas llevarán marcas indelebles con la señal de advertencia de riesgo eléctrico AE-10 y con la frase rotulada - *¡ATENCIÓN! CABLEADO ELÉCTRICO*.

#### Cinta señalizadora:

Para advertir de la presencia de cableado enterrado directamente o bajo tubo se utilizarán cintas de señalización a lo largo de todo el recorrido con las siguientes características:

Tipo de material: PVC

Color: Amarillo B-532 según UNE-48103

Resistencia a tracción longitudinal: 100 kg/cm<sup>2</sup>.

Resistencia a tracción transversal: 80 kg/cm<sup>2</sup>.



Dimensiones: 15cm de ancho y con un espesor de 0,1 centímetros.

La cinta llevará impreso con tinta indeleble y negra la siguiente frase: **¡ATENCIÓN! CABLEADO ELÉCTRICO.**

Todas las zanjas, se realizarán según las especificaciones incluidas en este apartado, metodología establecida en el RBT, ITC-BT-07.

Arquetas de registro:

Las arquetas de registro se instalarán bajo cada una de las cajas de combinación de series hasta llegar al respectivo inversor. Las arquetas serán cuadradas tendrán unas dimensiones de 60cm x 60cm interior y 70x70 cm exterior con una altura de 65 cm. Serán arquetas de hormigón prefabricadas con un peso de 250 kg. Para evitar problemas de rotura durante las tareas de mantenimiento y operación se propone la instalación siempre de tapas de fundición con las siguientes características:

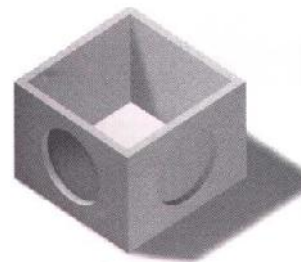


Ilustración 20 –Arqueta de registro

Marco y tapa de arqueta cuadrada

Cierre hidráulico

Carga de rotura de 12,5 Tm

Peso 86 kg

Se instalarán también arquetas o pozos de registro cada 40 metros como máximo en la instalación de corriente alterna entre los inversores y los centros de medida. Esta acción no es preceptiva, aun así, se considera una mejora para facilitar las tareas de mantenimiento y operación.

### 8.1.5 Losas

Previo a la instalación de las Power Station y de la caseta técnica será necesario ejecutar unas losas de hormigón armado. Se diferenciarán los dos tipos de losa dado que las destinadas a sustentar los equipos de los inversores deberán estar dotadas de pasos de conductos para el cableado mientras que la destinada a la caseta técnica no necesitará aperturas.

Losa para los inversores

Se instalarán dos losas de 3,0 metros de ancho, 14 metros de longitud y 0,30 metros de profundidad para la instalación de los contenedores de 40 pies que contendrán los inversores y transformadores. Estas losas se realizarán con Hormigón Armado con una resistencia 300kg/cm<sup>2</sup> según las exigencias del EHE. Será necesario incluir dos aperturas conducidas mediante conductos para las entradas y salidas de los cableados. El mallazo será de 10 mm de diámetro. A fin de mejorar la resistencia de este hormigón se instalará un doble mallazo (parte superior e inferior)



### Losa para la caseta técnica y CMI

Estas losas se situarán en la entrada del parque fotovoltaico y serán la sustentación de la oficina técnica y del centro de medida. Se ejecutarán según la normativa EHE y el Código Técnico de la Edificación CTE Documento Básico-SE-C seguridad estructural y cimentaciones.

#### 8.1.6 Caseta Técnica

El parque fotovoltaico necesitará de una caseta técnica donde se instalará una oficina de forma permanente que servirá como punto principal de la monitorización del parque, control de accesos y almacén para el material de reposición.

Esta caseta técnica será un módulo prefabricado completamente equipado para realizar la función a la que está diseñada. Estará instalada en una envolvente de contenedor marítimo de 40 pies con un área libre de aproximada de 29,5 m<sup>2</sup> con las siguientes características:



*Ilustración 21- Caseta de Obra Fuente Algeco*

- **ESTRUCTURA**
  - Suelo y Techo realizado con perfiles plegados de acero galvanizado.
  - Pilares realizados con acero galvanizado 100x100x4 atornillado a las estructuras de suelo y techo.
  - Sobrecarga de uso 3,0kN/m<sup>2</sup>
  - Acabado con pintura de poliuretano RAL1015.
- **SUELO:**
  - Aislamiento térmico en la cara inferior con 160 mm de fibra de vidrio protegida por chapa de 0,5mm de espesor.
  - Tablero de madera hidrófuga clase P5.
  - Transmitancia térmica del suelo de 0,25W/m<sup>2</sup>K
- **CUBIERTA:**
  - Chapa aluzinc de 0,6mm.
  - Aislamiento térmico en la cara inferior con 160 mm de fibra de vidrio protegida por chapa de 0,5mm de espesor.
  - Falso techo acústico, a base de lamas de acero galvanizado con microperforaciones de 15mm.
  - Transmitancia térmica del suelo de 0,22W/m<sup>2</sup>K
- **FACHADA EXTERIOR:**
  - Panel sándwich machienbrado de 125mm de espesor aislado con lana de roca de densidad 90kg/cm<sup>3</sup> y resistencia al fuego. A1 s2 d0.
  - Chapas de acero galvanizado para el revestimiento superficial.



- Transmitancia térmica del suelo de  $0,33\text{W/m}^2\text{K}$
- **CARPINTERIA EXTERIOR:**
  - Carpintería de PVC.
  - Vídrios de baja emisividad 4/15/4.
  - Persina de PVC enrollable.
  - Puertas con rotura del puente térmico.
- **INSTALACIONES:**
  - Equipamiento eléctrico completo de la Serie CELAINE de Legrand
  - Luminarias de baja iluminancia con balastro electrónico, 6 unidades.
  - Detectores de presencia.
  - Equipamiento informático.
  - Equipos Split de pared con bomba de calor y tecnología inverter.

## **8.2 MONTAJE MECÁNICO**

El montaje mecánico de la instalación fotovoltaica comprende, el marcado topográfico, el hincado de los pilares de la estructura, el ensamblado de la estructura y el montaje de los paneles fotovoltaicos sobre el sistema estructural.

### **8.2.1 Marcado topográfico.**

Prevía a la instalación de los hincados será necesaria la contratación de dos expertos topógrafos para el marcado del emplazamiento exacto de todos los pilares. Para ello los equipos topográficos señalarán mediante piquetas metálicas los diferentes puntos, empezando por los extremos de las estructuras y posteriormente los pilares centrales. Para facilitar el trabajo los topógrafos se ayudarán de cordeles para garantizar el perfecto alineado del terreno. Una importante consideración a tener en cuenta es que el terreno se encuentra llano y sin variaciones de cota.

Para la buena ejecución de esta tarea, previamente se ha levantado un estudio topográfico del terreno para evaluar las pequeñas curvas de nivel.

### **8.2.2 Hincado de la Estructura**

Se realizará un hincado de los 5.264 postes de la estructura en los emplazamientos marcados por el equipo topográfico. Se considera que se necesitará un total de dos máquinas hincadoras a fin de agilizar los trabajos. Además, la redundancia de este tipo de maquinaria es conveniente ya que un fallo de una de las máquinas puede provocar una parada en una tarea crítica del montaje del parque.

Cada máquina hincadora puede hacer una media de entre 100 y 160 hincas al día. Se considera que cada máquina está dirigida por dos operadores especialistas.



Será necesario además un equipo de reparto de postes a las zonas de actuación a fin de no parar el ritmo de instalación.

### 8.2.3 Montaje de la Estructura

La estructura anteriormente descrita requerirá un amplio equipo de profesionales para su montaje. Se diferenciará las siguientes tareas a ejecutar.

- Atornillado y montaje de los pórticos:

Un equipo de operarios enlazará mediante un pórtico o viga el poste delantero con el trasero, esta tarea es compleja y requiere de habilidad y experiencia para evitar errores. El poste se atornillará mediante tornillería clase A2-70 de acero inoxidable, además para evitar contactos entre metales que puedan generar oxidaciones se separarán mediante chapas de EPDM.

- Instalación de las correas:

Otro equipo, paralelamente al trabajo anterior irá colocando y fijando mediante tornillería metálica las correas. Cada pórtico tendrá seis correas sobre las que se instalarán los paneles. Estas correas estarán fabricadas en acero galvanizado en caliente con dimensiones C50 y 2 mm de grosor. Del mismo modo que para los postes la tornillería se separará de las correas mediante placas plásticas.

- Control y calidad:

Un equipo dedicado a la calidad revisará el par de apriete de los tonillos instalados. El responsable de este equipo de montaje será un ingeniero del fabricante de la estructura que certificará el buen montaje de la estructura con la finalidad de validar la garantía de la instalación.

- Reparto de la estructura:

Un equipo de operarios con retroexcavadoras pequeñas o bobcats repartirá en las zonas de actuación los elementos estructurales necesarios.

Se estima que cada grupo formado por 12 operarios pueda montar 2 estructuras completas al día, contando con 5/6 grupos de montaje el sistema estructural quedaría resuelto en 30 días laborables. Cada grupo estará conformado por:

- |  |              |
|--|--------------|
| • Atornillado y montaje de los pórticos: | 4 operarios. |
| • Instalación de correas:                | 4 operarios. |
| • Control y calidad:                     | 2 operarios. |
| • Reparto de estructura:                 | 2 operarios. |





#### 8.2.4 Montaje de Paneles

El montaje de paneles en el apartado mecánico no contempla la conexión de las series, únicamente la fijación de los módulos. Los paneles fotovoltaicos se fijarán a la estructura mediante grapas fotovoltaicas (ilustración 11) de aluminio. Se diferenciarán dos tipos de grapas, las que únicamente sustentan el panel y las grapas de mordisco que rompen el anodizado del aluminio del módulo para generar un diferencial de tensión entre panel y estructura y conformar parte del sistema de tierra. Durante las tareas de montaje de paneles se diferencian las siguientes tareas:

- Instalación de módulos:

La tarea consiste en fijar el módulo a los perfiles galvanizados mediante grapas de aluminio con tornillos de acero inoxidable con el mismo estándar de calidad A2-70.

- Control y calidad:

Un equipo dedicado a la calidad revisará el par de apriete de los tornillos instalados.

- Reparto de paneles:

Un equipo de operarios con retroexcavadoras pequeñas o bobcats repartirán los módulos en las zonas de instalación.

Se estima que cada grupo formado por 6 operarios pueda montar cerca de 100 paneles al día, contando con 6/8 grupos de montaje, los 22.560 módulos, quedarían instalados en alrededor de 38 días laborables. Cada grupo estará conformado por un total de 12 operarios mecánicos distribuidos en:

- |                           |              |
|---------------------------|--------------|
| • Instalación de módulos: | 6 operarios. |
| • Control y calidad:      | 2 operarios. |
| • Reparto de paneles:     | 2 operarios. |

### 8.3 MONTAJE ELÉCTRICO

El montaje eléctrico de la instalación fotovoltaica comprende desde la interconexión de paneles hasta el sistema de tierras. Estas tareas de montaje eléctrico las realizará un equipo especializado con capacidades suficientes para realizar interconexiones en media tensión.

#### 8.3.1 Equipamiento Eléctrico

El siguiente apartado se describe los componentes y accesorios eléctricos, utilizados en la realización de la instalación fotovoltaica.

Materiales eléctricos, interruptores y canalizaciones usados en la ejecución de la obra serán de fabricantes con experiencia contrastada, cómo pueden ser Schneider, ABB o similar.



El cable instalado también cumplirá con la misma exigencia de calidad que el resto de materiales, por ello se propone el uso de conductores fabricados por empresas como General Cable, Prysmian o similares, cuya garantía de calidad está asegurada.

- **Cableado:** En la tabla 10 se presentan los tipos de conductores utilizados para cada uno de los diferentes tramos de los diversos circuitos eléctricos. Las secciones variarán en función del dimensionamiento.

Tramos	Cable	Características
<b>Paneles – Caja conexiones</b>	ZZ-F Solar (AS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conductor en cobre aislado en XLPE.</li> <li>- Temperatura máxima de servicio 194°F.</li> <li>- Tensión nominal 0,6/1kV.</li> <li>- Adecuado para uso exterior.</li> </ul>
<b>Caja conexiones – Inversor</b>	RV - Al	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conductor en aluminio aislado en XLPE.</li> <li>- Temperatura máxima de servicio 194°F.</li> <li>- Tensión nominal 0,6/1kV.</li> <li>- Adecuado para uso exterior.</li> </ul>
<b>Trasformador – Conexión a red</b>	RHZ1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cable habilitado para media tensión</li> <li>- Conductor en aluminio aislado en XLPE.</li> <li>- Temperatura máxima de servicio 194°F.</li> <li>- Tensión nominal 12,5/33 kV</li> <li>- Adecuado para uso exterior.</li> <li>- Adecuado para ser enterrado.</li> </ul>

Tabla 12 – Detalles de Cableado

- **Accesorios de conexión:** Los conectores en la parte de CC serán MultiContact modelo MC4 o similar. Los incorpora el propio panel, además de utilizarse para los posibles puentes y conexiones al embarrado de la caja de conexiones. Este dispositivo garantiza una impermeabilización total de la conexión, así como un contacto perfecto entre cables.



Ilustración 22 –MC4



- **Cajas de Combinación:** Fabricadas en PVC y con tapa transparente e IP65. En su interior se ubica un embarrado para la unión de strings módulos, fusibles en DC, un seccionador manual y un descargador contra sobretensiones en el tramo DC. Los componentes eléctricos serán de fabricantes de alta calidad como ABB, Schneider o similar.



*Ilustración 23 – Caja de Combinación*

### 8.3.2 Instalación Eléctrica CC

La instalación de Corriente Continua del parque fotovoltaico comprende las siguientes tareas:

- Conexión de los paneles.
- Tendido de cableado de final de serie hasta caja de combinación de strings.
- Montaje y conexión de caja de combinación de strings.
- Tendido de cableado unificado hasta Inversor.

Los módulos fotovoltaicos se interconectarán formando agrupaciones de 20 paneles, es necesario tener en cuenta la limitación de tensión máxima del sistema es de 1000 Voltios y bajo estas condiciones están diseñados los componentes principales. Una vez configuradas las series de paneles, los dos polos del cableado quedarán tendidos por detrás de la estructura hasta las cajas de combinación donde se unificarán las series formando agrupaciones de 24 y 18 unidades. Cada uno de los inversores de las Power Station recibirá 11 entradas de 24 agrupaciones y una de 18 agrupaciones.

De esta forma cada inversor recibirá 282 series agrupadas en 12 entradas. En el apartado de planos se describe visualmente cada una de las configuraciones.

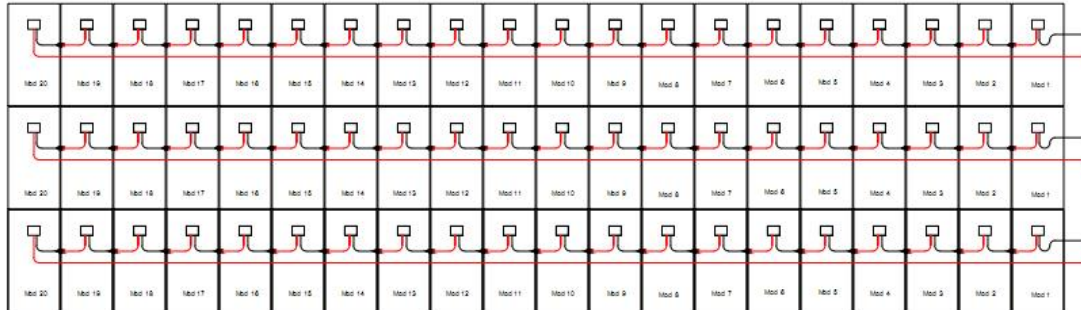
Las conexiones de los cables de entrada del inversor se realizan directamente a los bornales de entrada de estos. No es necesario incluir protecciones ya que estos complejos sistemas están preparados de fábrica.

#### CONEXIONADO DE PANELES.

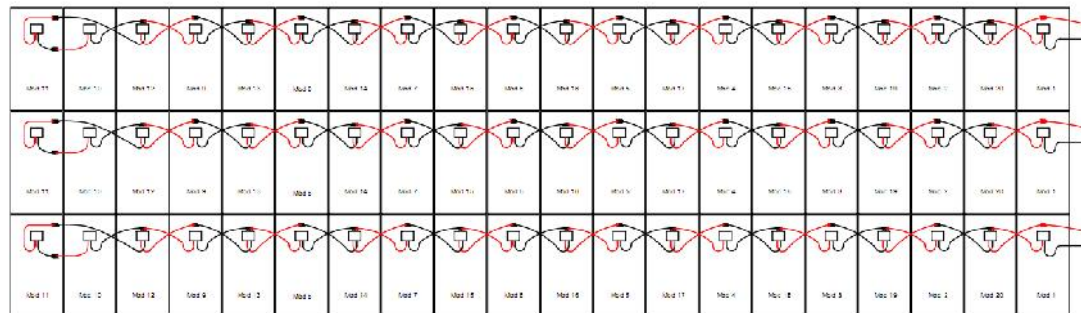
Con la finalidad de reducir costes y exceso de material, se propone realizar un conexionado de paneles leap-frog. Este consiste en conectar alternativamente el primer panel con el tercero mediante el cable incorporado en el mismo panel, de esta forma todas las terminaciones del cable quedan situadas en el mismo lado de la



estructura y no es necesario realizar un empalme de cable para hacer el retorno. A continuación, se muestran diseños de ambos sistemas de conexionado. En la ilustración 24 se ve un conexionado estándar mientras que en la 25 se muestra un conexionado leap-frog. Con este sistema queda claro que no es necesario aportar más cableado que el que tienen los módulos de fábrica.



*Ilustración 24 –Sistema de conexionado convencional*



*Ilustración 25 –Sistema de conexionado leap-frog*

En el dibujo anterior se puede observar que el sistema elegido ahorra cableado, siendo óptimo para la conexión de los paneles.

#### CONEXIONADO DE FINALES DE SERIE.

Una vez se ha conectado las series formando agrupaciones de 20 paneles será necesario (según los cálculos de caída de tensión) realizar en un cambio de sección de ZZ –F AS de 4mm<sup>2</sup> a 10mm<sup>2</sup>. Este cambio de sección se realizará mediante terminales MC 4 o similar. A raíz del cambio de sección, se tenderá el cableado del polo positivo y negativo por debajo de la estructura aprovechando los perfiles metálicos y fijándola mediante bridas plásticas, hasta conducir todas las agrupaciones hasta la caja de combinación, situada siempre al final de la fila de mesas al borde del camino. En el siguiente diseño se muestra como se pasarán los cables aprovechando la estructura.

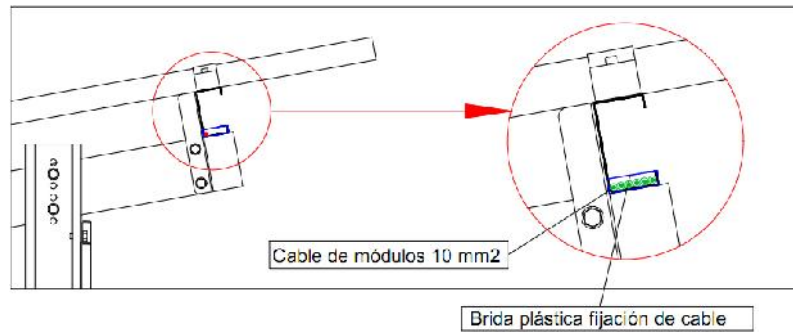


Ilustración 26 – Tendido de Cable por Estructura

## MONTAJE DE LAS CAJAS DE COMBINACIÓN

Las cajas de combinación nombradas en planos mediante la nomenclatura CB --IN-- donde las siglas CB corresponden al número de caja e IN al inversor donde se conectarán, se unen mediante una pletina metálica y tornillería a los pilares de la estructura fotovoltaica. De este modo las cajas quedan fijadas a la estructura más próxima al camino, facilitando su acceso para las tareas posteriores de mantenimiento. En el interior de estas cajas se encuentra:

- CB01 -11 IN01-04
  - 24 fusibles en las entradas positivas de 15 Amperios.
  - 24 fusibles en las entradas negativas de 15 Amperios.
  - 1 Seccionador de cuchilla salida 280A.
  - 1 descargador de sobretensiones de dos polos 1000V DC / 20kA.
- CB12 IN01-04
  - 12 fusibles en las entradas positivas de 15 Amperios.
  - 12 fusibles en las entradas negativas de 15 Amperios.
  - 1 Seccionador de cuchilla salida 200A.
  - 1 descargador de sobretensiones de dos polos 1000V DC / 20kA.

Las cajas de combinación están conectadas al sistema de comunicaciones de la planta fotovoltaica y dan lecturas de tensión e intensidad de cada una de las series, de esta forma el operador de planta puede conocer cuál es el estado de la planta a tiempo real, detectando así fallos del sistema. El sistema de monitorización de las cajas tiene las siguientes características.

- Indicación local y remota de las condiciones de estado/alarma
- Comunicación RS232 y RS485 de serie
- Slot para la expansión de las posibilidades de comunicación (por ejemplo con tarjeta Ethernet)
- Protocolo de comunicación propietario y MODBUS RTU integrados de serie disponibles en todos los puertos de comunicación
- Amplia configuración de la monitorización a través del software disponible
- Histórico de alarmas



## TENDIDO Y CONEXIONADO DE CABLEADO DE CB A INVERSORES

Una vez realizada la unificación de las series se tiende el cableado que alimenta a los inversores por medio de las zanjas explicadas anteriormente. Este cableado es RV-Al de diferentes secciones. Para el cálculo de las secciones se han tenido en cuenta los criterios de caída de tensión y de intensidad admisible. Generalmente, en instalaciones de corriente continua el criterio más restrictivo es el de caída de tensión, dadas las largas distancias desde el final de la serie hasta el inversor central. Las dimensiones del cableado quedan referidas en la tabla 11:

INVERSOR 1		
Caja	Distancia (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )
CE 01	73	185
CE 02	65	185
CE 03	55	150
CE 04	45	120
CE 05	35	95
CE 06	79	240
CE 07	78	185
CE 08	59	120
CE 09	50	95
CE 10	42	95
CE 11	35	95
CE 12	35	50

INVERSOR 3		
Caja	Distancia (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )
CE 01	73	185
CE 02	65	185
CE 03	55	150
CE 04	45	120
CE 05	35	95
CE 06	79	240
CE 07	78	240
CE 08	59	150
CE 09	50	150
CE 10	42	120
CE 11	35	95
CE 12	35	70

INVERSOR 2		
Caja	Distancia (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )
CE 01	26	70
CE 02	37	95
CE 03	44	120
CE 04	53	150
CE 05	63	185
CE 06	26	70
CE 07	33	95
CE 08	43	120
CE 09	52	150
CE 10	61	185
CE 11	69	185
CE 12	33	70

INVERSOR 4		
Caja	Distancia (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )
CE 01	26	70
CE 02	37	95
CE 03	44	120
CE 04	53	150
CE 05	63	185
CE 06	26	70
CE 07	33	95
CE 08	43	120
CE 09	52	150
CE 10	61	185
CE 11	69	185
CE 12	33	70

Tabla 13 – Tablas de Distancia y Sección del Cableado

### 8.3.3 Caída de tensión tramo CC

El cableado, tanto en la parte de Corriente Continúa como la de Corriente Alterna, se dimensionará para que en ningún caso la caída de tensión sea superior al 1,5 %.

Las conexiones entre módulos se realizan con el propio cableado que incorporan de sección 4 mm<sup>2</sup>, y para unir los finales de serie de los paneles con su respectiva caja de conexiones se utiliza cable de sección 10mm<sup>2</sup>. Este circuito es similar para cada uno de los conjuntos de strings unidos en sus respectivas cajas de conexión, por lo que se establece como referencia la pérdida de tensión en el caso más desfavorable que es de un 0,75%.

La caída de tensión entre las diversas cajas de conexión y su respectivo inversor, depende de la sección del conductor y su longitud. Se establecen las secciones concretas de trabajo (50, 70, 95, 120, 150, 185, 200, 240 y 300 mm<sup>2</sup>), implantadas en los diversos circuitos siguiendo el criterio de caída de tensión <1,5%. Los



cálculos se han realizado considerando una temperatura en el conductor de **90°C** según el RBT. Todos los cálculos se muestran en la Memoria Justificativa de Cálculos



### 8.3.4 Instalación Eléctrica CA

La evacuación de la energía hasta el CMI Centro de Medida e Interconexión se realizará con cableado RHZ1 de 3 conductores y neutro, operando a 22.000 Voltios. Las conexiones en las botellas de salida del inversor se realizarán siempre bajo la supervisión de un técnico del fabricante del inversor a fin de certificar el buen funcionamiento del sistema. Del mismo modo que en el caso anterior, el cableado se ha dimensionado para que no se supere una caída de tensión del 1,5%. Dado el caso que los condicionantes del criterio térmico son más exigentes que el criterio de caída de tensión para líneas de distribución en media tensión el cable seleccionado será de una sección de 70mm<sup>2</sup>, lo que implicará una caída de tensión máxima de 0,18% (39V).



Ilustración 27 – Botellas MT/AT

Ambas Power Station quedarán interconectadas por un anillo de media con cableado directamente enterrado y conectarán al CMI.

Se considera que la instalación eléctrica del parque fotovoltaico se realizará en 40 días mediante 4 equipos de trabajo de 5 operarios cada uno.

### 8.3.5 Puesta a Tierra

Según el RD 842/2002, que fija las condiciones técnicas para la conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de BT, la puesta a tierra se realizará de forma que no altere a la línea de la compañía eléctrica distribuidora, con el fin de no transmitir defectos a ésta.

Asimismo, las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Según el Reglamento de Baja Tensión en la ITC-BT-021, las prescripciones generales de los conductores de protección son las enumeradas en la tabla 12:

- Relación entre las secciones de los conductores de protección y las de fase

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm <sup>2</sup> )	Sección mínima de los conductores de protección Sp (mm <sup>2</sup> )
S ≤ 16	Sp = S
16 < S ≤ 35	Sp = 16
S > 35	Sp = S/2

Tabla 14- Secciones Mínimas Tierras- ITC-BT-021

Si la aplicación de la tabla conduce a valores no normalizados, se utilizarán conductores que tengan la sección normalizada superior más próxima.





- Requerimientos conductores de tierra

La sección de los conductores de tierra tiene que satisfacer las prescripciones del apartado anterior, no obstante, cuando estén enterrados, tendrán que estar de acuerdo con los valores de la tabla 13. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión*	Según apartado anterior	16mm² Cobre 16 mm² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión*	25 mm² Cobre 50 mm² Hierro	
*La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.		

Tabla 15 – Secciones Mínimas Seleccionadas

Según el Reglamento de Baja Tensión, cada uno de los módulos fotovoltaicos deberá estar conectado a una derivación de protección a tierra. Generalmente siempre se ha realizado esta tarea con latiguillos (cable de cobre verde/amarillo de 6mm<sup>2</sup>), conectados a estructura mediante tornillería y bornes de anillo. La tarea de realizar estas derivaciones se hacía lenta y costosa dada la cantidad de módulos de la instalación.

Actualmente esta práctica ha caído en desuso dado que se ha aprobado que los módulos puedan derivar a tierra mediante el contacto directo de la tornillería. El elemento que sujeta el panel, la grapa tendrá en su parte posterior unas rebabas que, romperán el anodizado del aluminio de marco del módulo generando así una continuidad. Dado que estas grapas van sujetas a las correas y estas están interconectadas mediante los pórticos, todos los paneles estarán derivados al mismo circuito de tierra. No todas las grapas tienen esta peculiaridad solamente una de cada 4.

Para esta instalación, cumpliendo con las tablas anteriores, deberán utilizarse las siguientes secciones para realizar el circuito de tierras:

- Cable de tierra entre estructuras: 1x25 mm<sup>2</sup> Cobre desnudo.
- Cable de tierra de última estructura a piqueta: 1x50 mm<sup>2</sup> Cobre desnudo.
- Cable de tierra de caja de combinación a tierra: 1x50 mm<sup>2</sup> Cobre desnudo.
- Cable de tierra en zona de inversores: 1x50 mm<sup>2</sup> Cobre desnudo.
- Cable general de tierra inversores, para unión a registro tierras: 1x50 mm<sup>2</sup> Cobre desnudo.

Las uniones de cables de tierra se realizarán mediante bornes de apriete mecánico.

### 8.3.6 Centro de Medida y Seccionamiento

Ubicado en el extremo sur del parque fotovoltaico y cerca de la caseta técnica se encuentra el centro de medida y seccionamiento. A este elemento se hará llegar el cableado en Media Tensión desde las Power Station para medir la energía exportada y a su vez seccionar la red de distribución pública de la del parque



FV. Estará instalado en el punto frontera y con acceso a técnicos de la compañía eléctrica para poder realizar las mediciones que consideren oportunas. Los elementos de protección y medición se comprarán instalados en un armario metálico tipo kiosco previamente ensamblados donde únicamente sea necesario realizar la conexión de las botellas en la celda de línea. Este sistema plug&play lo suministrará un fabricante con experiencia en el mercado de las energías renovables como Ormazabal.

El centro de seccionamiento y medida estará compuesto por los siguientes elementos:

- Celda de línea del Parque (CML)

La celda de línea estará dotada de un interruptor-seccionador de tres posiciones, permite comunicar el embarrado del conjunto de celdas con los cables, cortar la corriente nominal, seccionar esta unión y poner a tierra simultáneamente los tres bornes de los cables de MT. Sirve para unir el parque con los elementos de protección y medición.

- Celda de Seccionamiento (CMP)

Esta celda incluye un interruptor automático y un seccionador de tres posiciones. Esta dotada con un sistema autónomo de protección que permite la realización de protecciones generales o del transformador.

- Celda de medida (CMM)

Por lo general, los valores de media tensión no son aptos para el uso en equipos de medida, para solucionar esto se instala este tipo de celda. En su interior alberga, normalmente, un transformador de tensión y otro de intensidad, que reducen respectivamente los valores de tensión e intensidad hasta valores aptos para los equipos de medida, una vez hecho esto, se deriva desde este punto al contador o tarificador a instalar en el correspondiente armario de medida.

- Celda de línea del Compañía (CML)

La celda de línea estará dotada de un interruptor-seccionador de tres posiciones, permite comunicar el embarrado del conjunto de celdas con los cables, cortar la corriente nominal, seccionar esta unión y poner a tierra simultáneamente los tres bornes de los cables de MT. Se unirá al sistema de transmisión de la red pública (fuera del alcance del proyecto).

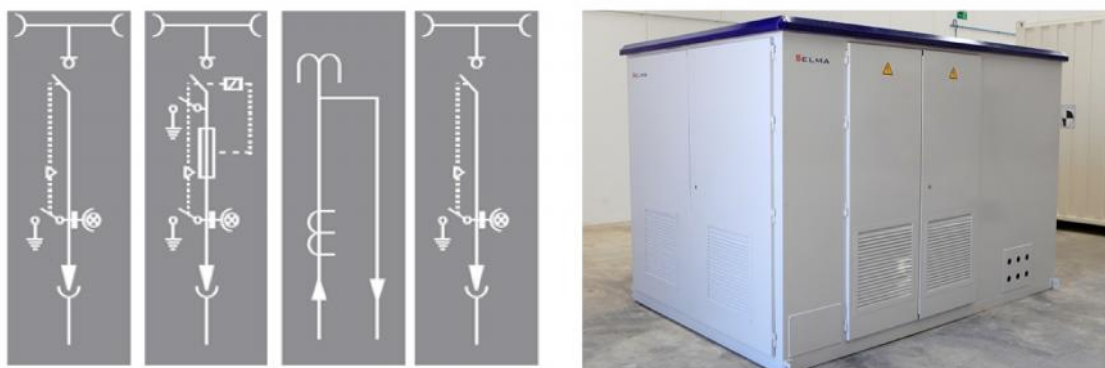


Ilustración 28 – Esquema Eléctrico y Edificació del Centro de seccionamiento



### **8.3.7 SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y SCADA**

El sistema propuesto extrae los datos de producción del registro interno del propio inversor, esta acción se realiza a través de unos switches que se conectan en los puertos de comunicación del equipo. Captados los datos, estos serán procesados y enviados por un módem, a través de una comunicación GSM / GPRS, pudiendo ser así tratados y gestionados en la central o por el control de la planta según convenga.

El sistema SCADA permitirá la visualización y la actuación sobre los elementos del parque fotovoltaico, se plantea la integración de un sistema de la marca comercial de Green Power Monitor GPM con las siguientes funciones:

- Visualización del estado de la planta en tiempo real (menos de 1 segundo).
- Supervisión y operación en planta (alarmas).
- Gestor de mantenimiento preventivo y correctivo en planta.
- Interface de fácil visualización de datos y comunicación con los elementos.

Los elementos monitorizados de la planta fotovoltaica serán, las cajas de combinación de strings, los inversores y el centro de seccionamiento. El sistema SCADA podrá actuar en los inversores y en el centro de seccionamiento cortando o limitando la producción según convenga.

El conexionado de todos los elementos se realizará mediante fibra óptica y conexiones UTP hasta la caseta de control donde se emplazará la central del sistema SCADA. El tendido de comunicaciones se realizará en las zanjas entubado y debidamente separado de los cables de potencia para evitar interferencias.





## 9 CONCLUSIONES

Tras realizar la comparativa entre varios sistemas y materiales se extrae que el sistema idóneo a implantar en un total de 80 hectáreas, es un parque fotovoltaico de las siguientes características:

• Generación (HSPN horas sol pico)	1.556 kWh/kWp
• Potencia nominal	5.600 kWAC.
• Potencia pico	7.219 kWDC.
• Número de módulos	22.560 unidades.
• Modelo módulo	Yingli YL P320-35b.
• Número de Inversores	4 unidades en 2 Power Stations.
• Modelo inversor	Gamesa E-PS 2600 2800 kVA.
• Sistema estructural	Estructura fija.
• Inclinación	20°
• Separación	9 metros
• Orientación	Sur
• Inversión	6.454.673,30 €

Como resultado del estudio presentado, es posible concluir que el retorno de la inversión es de aproximadamente 14,5 años teniendo en cuenta las hipótesis referentes a la evolución del IPC energético y general. Todo ello hace pensar que para un particular es una inversión un tanto arriesgada conocidos los valores del retorno de la inversión.

Por otra parte, una inversión de esta escala debería valorarse durante la vida útil, aproximadamente 30 años, y de esta forma, sí que parece coherente realizar la inversión dado que se extrae un beneficio neto de aproximadamente 9 millones de Euros.

Otra forma de valorar un proyecto de este calado es la responsabilidad del empresario o inversor con el medio ambiente, sabiendo que mediante la implantación del sistema fotovoltaico y durante los 30 años de vida útil se reducirán las emisiones un total de 9.547 Toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera según el valor del MIX Eléctrico Español de 2016 (308grCO<sub>2</sub>/kWh)<sup>(1)</sup> fuente (Gencat.cat).

Es debido a esto que se puede concluir que es necesaria la implantación de sistemas fotovoltaicos para hacer frente el gradual aumento del consumo eléctrico sufrido durante los últimos 20 años en detrimento de sistemas de generación convencional no renovable, con la finalidad de garantizar un parque de generación eléctrica sostenible como base a los consumos eléctricos del país.

(1) [http://canviclimatic.gencat.cat/es/reduceix\\_emissions/factors\\_demissio\\_associats\\_a\\_lenergia/](http://canviclimatic.gencat.cat/es/reduceix_emissions/factors_demissio_associats_a_lenergia/)



## **ANEXOS**

- I. MEMORIA DE CÁLCULOS**
- II. MEDICIONES Y PRESUPUESTO**
- III. PLANOS**
- IV. PVSYST PARQUE FV**
- V. TABLAS 8760**
- VI. ESPECIFICACIONES**





## ANEXO I

### MEMORIA DE CÁLCULOS

<b>1</b>	<b>MEMORIA DE CÁLCULOS .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1</b>	<b>CONEXIONADO DE MÓDULOS .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2</b>	<b>CÁLCULO DE PÉRDIDAS PVSYSY .....</b>	<b>5</b>
<b>1.3</b>	<b>CÁLCULO DE CABLEADO CORRIENTE CONTINUA.....</b>	<b>12</b>
<b>1.4</b>	<b>CÁLCULO DE CABLEADO CORRIENTE ALTERNA .....</b>	<b>21</b>
<b>1.5</b>	<b>CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA .....</b>	<b>22</b>





## 1 MEMORIA DE CÁLCULOS

### 1.1 CONEXIONADO DE MÓDULOS

Para la realización de estos cálculos se han tenido en cuenta las elecciones de material tomadas en el apartado 4.

#### CALCULO DE MÓDULOS POR STRING O CADENA

En el siguiente apartado se calcularán el número de paneles en serie y conectados en paralelo que tendrá la instalación a fin de obtener un buen dimensionamiento. Para que el inversor inicie a operar es necesario que la tensión recibida de corriente continua llegue a unos mínimos de tensión. Además, hay que tener presente no sobrepasarse en exceso de la tensión e intensidad permitida por el inversor.

Para ello se debe asociar en serie un numero de paneles por cadena de forma que la tensión mínima y máxima del punto de máxima potencia del string esté, en todo momento, dentro del rango de tensiones permitidas por el inversor.

Para la realización de estos cálculos será necesario tener presente lo siguiente:

Módulo Fotovoltaico:

- |                                       |        |
|---------------------------------------|--------|
| • Potencia pico                       | 320Wp  |
| • Corriente de cortocircuito $I_{SC}$ | 9,18 A |
| • Tensión circuito abierto $V_{OC}$   | 46,0V  |
| • Corriente MPP                       | 8,64 A |
| • Tensión MPP                         | 37,0V  |

Inversor:

- |                               |                     |
|-------------------------------|---------------------|
| • Tensión máxima admisible    | 1100V <sub>oc</sub> |
| • Intensidad máxima admisible | 2100A               |
| • Rango de tensión            | 610 – 1000V         |

#### Efectos de la temperatura.

Los valores reflejados en los listados anteriores son para las condiciones STC (Standard Test Conditions) es decir 1000W/m<sup>2</sup>, a 25°C. De hecho, trabajando a diferentes temperaturas a la referida, tanto el módulo como el inversor tienen otros funcionamientos.

Módulo fotovoltaico:

- |                        |           |
|------------------------|-----------|
| • TONC                 | 46 +/-2   |
| • Coeficiente $V_{OC}$ | -0,32%/°C |
| • Coeficiente $I_{SC}$ | 0,05%/°C  |



- Coeficiente  $P_{MAX}$  -0,42%/°C

Las variaciones porcentuales de intensidad y tensión permitirán definir los valores de las temperaturas extremas. La variación de la potencia y TONC (Normal Operating Cell Temperature) permitirán evaluar las pérdidas por temperatura (PVSyst). Generalmente, las células, en condiciones normales de funcionamiento alcanzan valores de temperatura más altos que lo estimado en laboratorio, con lo cual se genera una pérdida de potencia por panel dado que por cada grado centígrado que aumenta la temperatura respecto 20°C el módulo pierde 0,42% de potencia. El TONC es una medida cuantitativa de este incremento de pérdidas, las condiciones de ensayo TNOC son 800W/m<sup>2</sup>, temperatura ambiente de 20°C y viento a 1m/s.

Para el cálculo de módulos máximos por serie se deberá calcular el valor de tensión máxima con lo que considerando Les Borjes Blanque, Lleida, a 2°C y una irradiación mínima de 0W/m<sup>2</sup>

Ecuación 1

$$T_p = T_a + \frac{T_{ONC} - 20}{800} \cdot I$$

Siendo:

- $T_p$  Temperatura del módulo (°C)
- $T_a$  Temperatura ambiente (°C)
- $T_{ONC}$  Temperatura de operación normal de la célula (°C)
- $I$  Irradiancia (W/m<sup>2</sup>)

$$T_p = 2 + \frac{46 - 20}{800} \cdot 0 = 2,03^\circ C$$

Para las condiciones expuestas la temperatura de módulo será de 2,03°C. Entonces la tensión MPP a 2,03°C se calcula mediante la fórmula 2:

Ecuación 2

$$\Delta V_{MPP} = \Delta V_{OC} T_p - 25$$

$$\Delta V_{MPP(TP)} = \Delta V_{MPP STC} \left( 1 + \frac{\Delta V_{MPP}}{100} \right)$$

Donde:

- $V_{MPP}$  Tensión MPP del módulo en V
- $\Delta V_{VOC}$  Coeficiente de  $T^a$  de Tension en circuito abierto (%/°C)

$$\Delta V_{MPP(-2^\circ C)} = -0,32 \cdot 2 - 25 = 7,36\%$$



$$V_{MPP(TP)} = 37,1 + \frac{7,36}{100} = 39,72^{\circ}C$$

Entonces el siguiente paso es conocer la tensión en Circuito abierto a 2°C donde se aplicarán las mismas ecuaciones.

$$V_{OC(-2^{\circ}C)} = -0,322 - 25 = 7,36\%$$

$$V_{OC(TP)} = 46,1 + \frac{7,36}{100} = 49,38^{\circ}C$$

El número máximo de módulos por cadena conectados en serie se determina como el valor mínimo de:

- El coeficiente entre la tensión máxima admisible por el inversor  $V_{MPP}$  y la tensión por módulo MPP.
- El coeficiente entre la tensión máxima de entrada del inversor y la tensión en circuito abierto corregida.

Ecuación 3

$$n^{\circ}_{PAN} = \frac{V_{MPP\,INV}^{MAX}}{V_{MPP(TP)}} = \frac{910}{39,72} = 22,91 \text{ módulos}$$

O:

$$n^{\circ}_{PAN} = \frac{V_{MAX\,INV}}{V_{OC(TP)}} = \frac{1000}{49,38} = 20,25 \text{ módulos.}$$

Definitivamente se extrae que el dimensionamiento de cadenas tendrá **20 módulos** por serie.

## CALCULO DE MÓDULOS POR AGRUPACIÓN

El número máximo de conjunto de módulos lo marcará la Intensidad admisible de inversor (2.100A). Teniendo en cuenta que el campo fotovoltaico tendrá 22.560 módulos y estos formarán cadenas de 20 módulos habrá un total de 1.128 para cuatro inversores. Las cadenas por inversor son, 282 strings de 20 paneles.

Considerando que cada panel genera una intensidad  $I_{MPP}$  de 8,64A en total cada inversor recibirá 2.436A. Se considera que apenas habrá efectos en la temperatura por su baja incidencia (0,05%/°C) en 23°C. Teniendo en consideración lo anterior y que el inversor admite 2.100A, el campo fotovoltaico generará pérdidas de sobredimensionamiento a altas potencias limitando la entrada de la intensidad a su ratio máximo.

Estas pérdidas se han mencionado en el apartado 5.3.1 y se explicarán en el apartado 9.2 Cálculo de pérdidas.



## 1.2 CÁLCULO DE PÉRDIDAS PVSYS

En ese apartado se explicarán las pérdidas calculadas por el programa informático PVsyst. Lo principal es referenciar el diagrama Rankei de pérdidas y ganancias del sistema fotovoltaico extraído por el programa:

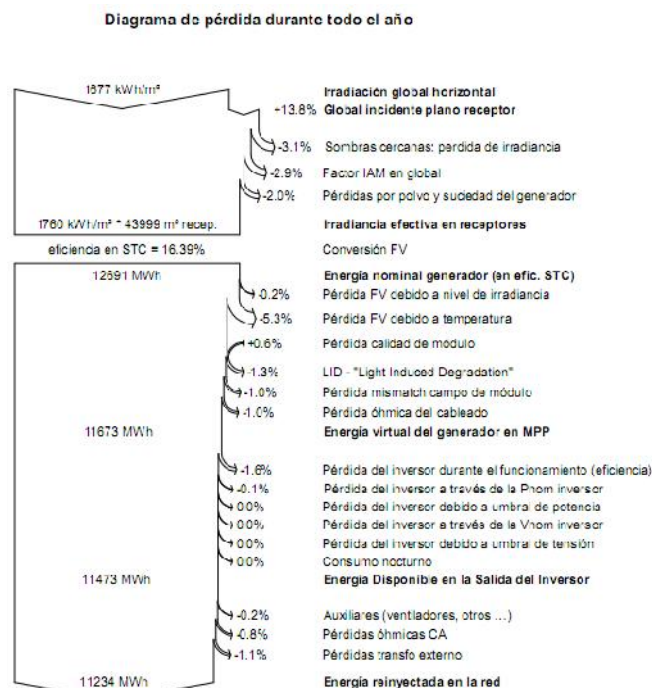


Ilustración 1 – Diagrama de Rankei Fuente PVsyst

En el diagrama anterior se diferencian dos secciones claras, la primera, medida con valores de irradiancia ( $\text{kWh/m}^2$ ), que refleja los valores de incidencia a la superficie de la radiación solar y la segunda sección, que indica los valores convertidos a energía eléctrica. Los valores (pérdidas y ganancia) del primer apartado son:

- **Irradiación Global Horizontal:** Se define como la energía solar (radiación directa y difusa) que recibe la Tierra en la zona especificada, valor en  $\text{kWh/m}^2$ . Este valor queda definido por la database climático del programa, METEONORM. En este caso el valor de Radiación global horizontal es de  $1.677 \text{ kWh/m}^2$ .
- **Global Incidente en Plano Receptor:** Es el valor de energía que percibe el plano inclinado. Este valor depende de dos factores, inclinación del plano y orientación respecto el azimut. El CTE-DB HE 5 junto con la instrucción técnica PCT-C-REV (Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red) definen una metodología según tablas. Sin embargo, el programa PVsyst, como otros, analiza el paso solar minuto a minuto definiendo así las ganancias o pérdidas por la inclinación e orientación.

A continuación, se analizarán los datos según CTE y se compararán los resultados:



Primer paso, definir la inclinación seleccionada (20° fijos) y la  $G_{dm}$  Radiación Global diaria de METEONORM:

Mes	$G_{dm}$ (kWh/m <sup>2</sup> )
Enero	1,739
Febrero	3,132
Marzo	4,471
Abril	5,677
Mayo	6,613
Junio	7,487
Julio	7,387
Agosto	6,400
Septiembre	5,010
Octubre	3,358
Noviembre	2,250
Diciembre	1,545

Tabla 1 – Radiación diaria Fuente METEONORM

Mediante la ecuación 4 se obtendrán los valores de radiación corregidos:

Ecuación 4

$$G_{corr} = \frac{G_{dm}}{1 - 4,46 \cdot 10^{-4} \cdot \beta - 1,19 \cdot 10^{-4} \cdot \beta^2}$$

Donde

- $G_{corr}$  Valor corregido de la Irradiancia Global (kWh/m<sup>2</sup>)
- $G_{dm}$  Valor Irradiancia Global para la zona (kWh/m<sup>2</sup>)
- Inclinación elegida 20°

Mes	$G_{corr}$ (kWh/m <sup>2</sup> )
Enero	1,8429
Febrero	3,3198
Marzo	4,7388
Abril	6,0167
Mayo	7,0091



<b>Junio</b>	7,9352
<b>Julio</b>	7,8296
<b>Agosto</b>	6,7834
<b>Septiembre</b>	5,3101
<b>Octubre</b>	3,5592
<b>Noviembre</b>	2,3848
<b>Diciembre</b>	1,6377

Tabla 2- Valores de Ganancia por inclinación

Comparando ambas tablas se extrae el tanto por ciento de ganancia por inclinación:

<b>Mes</b>	<b>Gdm (kWh/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Gcorr (kWh/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Ganancia (%)</b>
<b>Enero</b>	1,739	1,8429	5,99
<b>Febrero</b>	3,132	3,3198	5,99
<b>Marzo</b>	4,471	4,7388	5,99
<b>Abril</b>	5,677	6,0167	5,99
<b>Mayo</b>	6,613	7,0091	5,99
<b>Junio</b>	7,487	7,9352	5,99
<b>Julio</b>	7,387	7,8296	5,99
<b>Agosto</b>	6,400	6,7834	5,99
<b>Septiembre</b>	5,010	5,3101	5,99
<b>Octubre</b>	3,358	3,5592	5,99
<b>Noviembre</b>	2,250	2,3848	5,99
<b>Diciembre</b>	1,545	1,6377	5,99

Tabla 3- Radiación Corregida

Se extrae que mediante estos cálculos no reiterativos y calculados para un solo momento temporal el incremento de radiación gracias a la inclinación es de un 6% mientras que PVsyst lo valora en un 13,8%, valores notablemente diferentes. Esto se debe a que mediante el cálculo manual no se está teniendo en cuenta la declinación mensual del Sol respecto a la Tierra.

Siguiendo con la explicación de pérdidas:



- **Sombras cercanas:** Estas sombras son las causadas entre filas de paneles (-3,1%). El Código Técnico, limita a un máximo de afectación de un 10%, se considera un valor muy exagerado limitando el cálculo en este proyecto a pérdidas por sombreado < 3,5%. La imagen 30 muestra la incidencia de sombras en función de la hora solar.

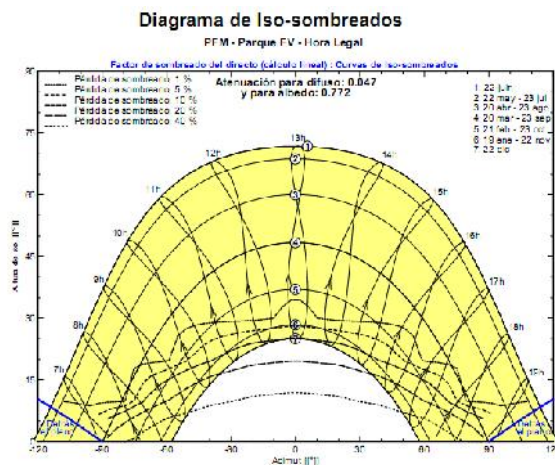


Ilustración 2 – Diagrama Sombreados- Fuente PVsyst

#### • Factor

**IAM:** El efecto de incidencia (el término designado es IAM, para "Modificador de Ángulo de Incidencia") corresponde a la disminución de la irradiación que realmente alcanza la superficie de las células fotovoltaicas, con respecto a la irradiancia bajo incidencia normal, debido a las reflexiones que aumentan con el ángulo de incidencia.

En principio, este fenómeno obedece a las leyes de Fresnel relativas a la transmisión y las reflexiones en la interfase de dos materiales transparentes de diferentes índices de refracción  $n$ .

Estas leyes permiten calcular la luz efectivamente alcanzando la superficie de la célula por debajo de la capa protectora (normalmente vidrio), pero implican cálculos de múltiples reflexiones en el vidrio y complejos en los revestimientos antirreflectantes.

En la práctica, a menudo se aborda utilizando una parametrización llamada "ASHRAE" (como se ha convertido en un estándar en esta norma americana), dependiendo de un solo parámetro  $bo$ :

Ecuación 5:

$$F_{IAM} = 1 - bo \cdot (1 / \cos i - 1),$$

Donde

- $i$  ángulo de incidencia en el plano.

Para un módulo fotovoltaico, la interfaz en contacto con la célula, presenta un índice de refracción alto y nuestras medidas específicas en los módulos cristalinos reales indican realmente un valor de  $bo = 0,05$ .



(Fuente PVSyst)

- **Pérdidas por polvo y suciedad:** Pérdidas debidas que la suciedad el refracta la luz solar incidiendo de menos energía en el módulo solar. Se han estimado en un 2,0% valores recomendados por los fabricantes de módulos.

Hasta este punto se ha calculado la energía solar recibida en el plano inclinado teniendo en cuenta pérdidas ópticas, por sombras y por suciedad. Este valor ha pasado de un inicial 1.677 kWh/m<sup>2</sup> a 1.760kWh/m<sup>2</sup>,

Teniendo el valor anterior se multiplica por los metros cuadrados de placas de parque FV un total de 43.999m<sup>2</sup> con lo que se “transformaría” a una energía eléctrica de 77.438,24MWh. Por desgracia los rendimientos de los módulos rondan el 16,5%, en este caso para estas condiciones el módulo tiene un rendimiento de 16,4% con lo que teóricamente a la salida del módulo se recibirá una energía de 12.691MWh.

De nuevo este valor no es cierto dado que se ha calculado en condiciones STC, ahora se deberá aplicar cada una de las pérdidas del Sistema Fotovoltaico, pérdidas por:

- Panel.
- Cableado AC/DC.
- Inversor (Power Station).
- Transformador (Power Station).

#### PÉRDIDAS DEBIDAS AL PANEL:

- **Pérdida debido al nivel de irradiancia:** Son las pérdidas debidas a que el módulo no funciona siempre a una radiación de 1000w/m<sup>2</sup>. Es decir, viene dada por el comportamiento del módulo a bajas irradiancias. Durante las primeras horas de la mañana o en días parcialmente nublados el nivel de irradiancia es muy inferior al calculado en condiciones STC, con lo que se derivan unas pérdidas por mal funcionamiento.
- **Pérdidas debido a la Temperatura:** Es la pérdida más importante de un sistema fotovoltaico. Como ya se ha explicado, el panel a temperaturas altas pierde potencia, con lo que a una temperatura de 35°C en verano el panel de 320Wp rinde a una potencia de 306,5Wp.

*Los valores reflejados en los listados anteriores son para las condiciones STC (Standard Test Conditions) es decir 1000W/m<sup>2</sup>, a 25°C. De hecho, trabajando a diferentes temperaturas a la referida, tanto el módulo como el inversor tienen otros funcionamientos.*

*Módulo fotovoltaico:*

- TONC 46 +/-2
- Coeficiente Voc -0,32%/°C





- *Coeficiente  $I_{SC}$*                        $0,05\%/^{\circ}C$
- *Coeficiente  $P_{MAX}$*                        $-0,42\%/^{\circ}C$

- **Pérdidas de calidad del módulo:** En el diagrama de Ranki se puede observar que es una pérdida negativa, con lo que es una ganancia de rendimiento. Este efecto se debe a la tolerancia positiva del módulo (+3Wp). Algunos de los módulos funcionarán a mayor potencia de lo indicado por fabricante. Este efecto quedará contrarrestado por el efecto mismatch (explicado a continuación).
- **LID (Light Induced Degradation):** Esta pérdida es debida a que la primera exposición del módulo a la radiación solar afectará negativamente provocando una degradación. Este valor está comprendido en las garantías del fabricante dentro de la degradación máxima al primer año del 2,50% (1,3% del LID y 1,2% de degradación lineal al final del primer año). Se puede considerar como un defecto de fabricación.
- **Pérdida por mismatch:** La tensión máxima de una serie de 20 paneles viene definida por la tensión mínima que recibe el panel con peor rendimiento multiplicado por el número de paneles interconectados entre sí. Con lo cual, si un panel tiene un defecto de fábrica o un defecto puntual como excrementos de pájaro o una sombra constante, este rendirá peor dado que una de sus células produce menos energía. Este peor rendimiento se repetirá célula a célula y panel a panel.

#### PÉRDIDAS DEBIDAS AL CABLEADO DC:

- **Pérdidas óhmicas del cableado DC:** Defecto del sistema fotovoltaico debido a la caída de tensión del cableado el campo generador. Ya se han mostrado los valores máximos de caída de tensión 1,50%, contando que no todos los strings tendrán éstas pérdidas se reduce este valor a un 1%.

#### PÉRDIDAS DEBIDAS A LA POWER STATION:

- **Pérdida durante el funcionamiento:** Se correlaciona directamente con el rendimiento del inversor. El inversor, al igual que cualquier máquina electrónica pierde rendimiento en función de la temperatura de funcionamiento de esta forma el sistema fotovoltaico llega a perder un 1,60% del funcionamiento a causa de la temperatura del inversor.
- **Pérdida a través de la  $P_{nom}$ :** Efecto debido al sobredimensionamiento ya explicado anteriormente. Se puede observar que el sobredimensionamiento afecta de forma negativa mínimamente y teniendo en cuenta la pérdida de rendimiento del panel, su efecto quedará mitigado en tres o cuatro años.
- **Pérdidas varias:** Son pérdidas minúsculas para el sistema, pero existen, estas se deben a que la potencia y/o tensión de los módulos no llega a los mínimos para arrancar el inversor (efecto que se incrementa con el paso de los años).



- **Consumo nocturno:** Una pérdida muy pequeña, únicamente relacionada a que los inversores consumen electricidad aún si no están en operación, como cualquier elemento electrónico tiene displays, luces de indicación... Se estima 200W/hora.
- **Auxiliares:** Consumo debido a la refrigeración por agua de la Power Station, definidos por fabricante.
- **Pérdidas transformación:** Pérdidas producidas en el transformador ya sea por efecto Joule como por corrientes de Foucault.

#### PÉRDIDAS DEBIDAS AL CABLEADO AC:

- **Pérdidas óhmicas del cableado AC:** Defecto del sistema fotovoltaico debido a la caída de tensión del cableado de la línea de transmisión. Ya se han mostrado los valores máximos de caída de tensión 0,18% pero si bien es cierto solo se ha contemplado hasta la salida del parque fotovoltaico. En el PVsyst se ha preferido estimar una caída de tensión más conservadora dándole un valor de 0,8%.

Finalmente, tras considerar todas las pérdidas en el Sistema Fotovoltaico se pasa de 12.691MWh/años a **11.234MWh/año de energía mínima generada.**



### 1.3 CÁLCULO DE CABLEADO CORRIENTE CONTINUA

A continuación, se dimensionarán las secciones de los conductores que conectan los paneles fotovoltaicos con el inversor, en cumplimiento con el REBT (Reglamento Eléctrico de Baja Tensión).

El circuito de corriente continua DC, tiene tres fases diferenciadas. El cableado de conexión entre paneles formando series (caída de tensión ya considerada en las mediciones de fabricante), desde final de serie hasta caja de combinación y la tercera etapa de la caja de combinación a bornes de inversor.

El cableado utilizado será de cobre flexible y con una tensión asignada de 0,6/1kV de aislamiento. Para mejorar el sistema y alargar la vida útil, se utilizará cable solar ZZF, protegido contra UV. El diseño siempre se realizará para que el sistema no supere la caída máxima de tensión del 1,5%. Además, se aplicarán correcciones por temperatura. El cableado entre paneles será de 4mm<sup>2</sup>, de final de serie de 10 mm<sup>2</sup> y el de salida de CB Caja de Combinación a inversor será variable en función de la distancia teniendo una sección estándar de cable 50, 70, 95, 120, 150, 180, 200, 240, 300mm<sup>2</sup>. Este cable será de aluminio RV-Al.

Para verificar la viabilidad del cable elegido se usarán dos criterios; caída de tensión y térmico.

#### CRITERIO CAÍDA DE TENSIÓN:

El cálculo de la caída de tensión se considerará a máxima potencia del sistema fotovoltaico y trabajando a peores condiciones 90°C.

Ecuación 6:

$$U = \frac{2L \cdot V_{OC} \cdot I_{SC}}{U \cdot S \cdot R}$$

#### Donde:

- 2L: Longitud del cableado + y – (ida y vuelta).
- V<sub>OC</sub>: Tensión de módulo en vacío.
- I<sub>SC</sub> Corriente de cortocircuito del módulo
- U Tensión máxima del sistema
- R Conductividad del material para el cable a 90°C XLPE

	20°C	70°C	90°C
Al (Ohm)	35	30	28
Cu (Ohm)	56	48	44

Aplicando la fórmula a los 48 circuitos se obtiene:



## INVERSOR 1- CB01 – CB 06

Caja de Combinación	CB 01 IN 01	Caja de Combinación	CB 02 IN 01	Caja de Combinación	CB 03 IN 01
Tramo CC	Modulos-CB	Tramo CC	Modulos-CB	Tramo CC	Modulos-CB
Longitud	148 m	Longitud	148 m	Longitud	148 m
Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V
Intensidad	9,24 A	Intensidad	9,24 A	Intensidad	9,24 A
Conductor	Cu	Conductor	Cu	Conductor	Cu
Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>
Sección	10 mm <sup>2</sup>	Sección	10 mm <sup>2</sup>	Sección	10 mm <sup>2</sup>
Caida de Tensión	6,216 V 0,75 %	Caida de Tensión	6,216 V 0,75 %	Caida de Tensión	6,216 V 0,75 %
Tramo CC	CB - Inversor	Tramo CC	CB - Inversor	Tramo CC	CB - Inversor
Agrupaciones	24 ud	Agrupaciones	24 ud	Agrupaciones	24 ud
Longitud	73 m	Longitud	65 m	Longitud	55 m
Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V
Intensidad	221,76 A	Intensidad	221,76 A	Intensidad	221,76 A
Conductor	Al	Conductor	Al	Conductor	Al
Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>
Sección	185 mm <sup>2</sup>	Sección	185 mm <sup>2</sup>	Sección	150 mm <sup>2</sup>
Caida de Tensión	6,25038 V 0,74999 %	Caida de Tensión	5,56540541 V 0,66779523 %	Caida de Tensión	5,808 V 0,69690425 %
Caida de Tensión en CC	12,4664 V 1,50 %	Caida de Tensión en CC	11,7814054 V 1,41 %	Caida de Tensión en CC	12,024 V 1,44 %
Validación	Correcto	Validación	Correcto	Validación	Correcto

Caja de Combinación	CB 04 IN 01	Caja de Combinación	CB 05 IN 01	Caja de Combinación	CB 06 IN 01
Tramo CC	Modulos-CB	Tramo CC	Modulos-CB	Tramo CC	Modulos-CB
Longitud	148 m	Longitud	148 m	Longitud	148 m
Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V
Intensidad	9,24 A	Intensidad	9,24 A	Intensidad	9,24 A
Conductor	Cu	Conductor	Cu	Conductor	Cu
Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>
Sección	10 mm <sup>2</sup>	Sección	10 mm <sup>2</sup>	Sección	10 mm <sup>2</sup>
Caida de Tensión	6,216 V 0,75 %	Caida de Tensión	6,216 V 0,75 %	Caida de Tensión	6,216 V 0,75 %
Tramo CC	CB - Inversor	Tramo CC	CB - Inversor	Tramo CC	CB - Inversor
Agrupaciones	24 ud	Agrupaciones	24 ud	Agrupaciones	24 ud
Longitud	45 m	Longitud	35 m	Longitud	79 m
Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V
Intensidad	221,76 A	Intensidad	221,76 A	Intensidad	221,76 A
Conductor	Al	Conductor	Al	Conductor	Al
Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>
Sección	120 mm <sup>2</sup>	Sección	95 mm <sup>2</sup>	Sección	240 mm <sup>2</sup>
Caida de Tensión	5,94 V 0,71274298 %	Caida de Tensión	5,83578947 V 0,70023872 %	Caida de Tensión	5,214 V 0,62562995 %
Caida de Tensión en CC	12,156 V 1,46 %	Caida de Tensión en CC	12,0517895 V 1,45 %	Caida de Tensión en CC	11,43 V 1,37 %
Validación	Correcto	Validación	Correcto	Validación	Correcto



## INVERSOR 1- CB07 – CB 12

Caja de Combinación	CB 07 IN 01	Caja de Combinación	CB 08 IN 01	Caja de Combinación	CB 09 IN 01
Tramo CC	Modulos-CB	Tramo CC	Modulos-CB	Tramo CC	Modulos-CB
Longitud	148 m	Longitud	148 m	Longitud	148 m
Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V
Intensidad	9,24 A	Intensidad	9,24 A	Intensidad	9,24 A
Conductor	Cu	Conductor	Cu	Conductor	Cu
Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>
Sección	10 mm <sup>2</sup>	Sección	10 mm <sup>2</sup>	Sección	10 mm <sup>2</sup>
Caida de Tensión	6,216 V 0,75 %	Caida de Tensión	6,216 V 0,75 %	Caida de Tensión	6,216 V 0,75 %
Tramo CC	CB - Inversor	Tramo CC	CB - Inversor	Tramo CC	CB - Inversor
Agrupaciones	24 ud	Agrupaciones	24 ud	Agrupaciones	24 ud
Longitud	78 m	Longitud	59 m	Longitud	50 m
Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V
Intensidad	221,76 A	Intensidad	221,76 A	Intensidad	221,76 A
Conductor	Al	Conductor	Al	Conductor	Al
Resistividad 90°C	35 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	35 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	35 m/Ωmm <sup>2</sup>
Sección	185 mm <sup>2</sup>	Sección	120 mm <sup>2</sup>	Sección	120 mm <sup>2</sup>
Caida de Tensión	5,34279 V 0,64108 %	Caida de Tensión	6,2304 V 0,74758819 %	Caida de Tensión	5,28 V 0,63354932 %
Caida de Tension en CC	11,5588 V 1,39 %	Caida de Tension en CC	12,4464 V 1,49 %	Caida de Tension en CC	11,496 V 1,38 %
Validación	Correcto	Validación	Correcto	Validación	Correcto

Caja de Combinación	CB 10 IN 01	Caja de Combinación	CB 11 IN 01	Caja de Combinación	CB 12 IN 01
Tramo CC	Modulos-CB	Tramo CC	Modulos-CB	Tramo CC	Modulos-CB
Longitud	148 m	Longitud	148 m	Longitud	107 m
Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V
Intensidad	9,24 A	Intensidad	9,24 A	Intensidad	9,24 A
Conductor	Cu	Conductor	Cu	Conductor	Cu
Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>
Sección	10 mm <sup>2</sup>	Sección	10 mm <sup>2</sup>	Sección	10 mm <sup>2</sup>
Caida de Tensión	6,216 V 0,75 %	Caida de Tensión	6,216 V 0,75 %	Caida de Tensión	4,494 V 0,54 %
Tramo CC	CB - Inversor	Tramo CC	CB - Inversor	Tramo CC	CB - Inversor
Agrupaciones	24 ud	Agrupaciones	24 ud	Agrupaciones	18 ud
Longitud	42 m	Longitud	35 m	Longitud	35 m
Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V
Intensidad	221,76 A	Intensidad	221,76 A	Intensidad	166,32 A
Conductor	Al	Conductor	Al	Conductor	Al
Resistividad 90°C	35 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	35 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	35 m/Ωmm <sup>2</sup>
Sección	95 mm <sup>2</sup>	Sección	95 mm <sup>2</sup>	Sección	50 mm <sup>2</sup>
Caida de Tensión	5,60235789 V 0,67222917 %	Caida de Tensión	4,66863158 V 0,56019097 %	Caida de Tensión	6,6528 V 0,79827214 %
Caida de Tension en CC	11,8183579 V 1,42 %	Caida de Tension en CC	10,8846316 V 1,31 %	Caida de Tension en CC	11,1468 V 1,34 %
Validación	Correcto	Validación	Correcto	Validación	Correcto





## INVERSOR 2 - CB01 – CB 06

Caja de Combinación	CB 01 IN 02	Caja de Combinación	CB 02 IN 02	Caja de Combinación	CB 03 IN 02
Tramo CC	Modulos-CB	Tramo CC	Modulos-CB	Tramo CC	Modulos-CB
Longitud	148 m	Longitud	148 m	Longitud	148 m
Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V
Intensidad	9,24 A	Intensidad	9,24 A	Intensidad	9,24 A
Conductor	Cu	Conductor	Cu	Conductor	Cu
Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>
Sección	10 mm <sup>2</sup>	Sección	10 mm <sup>2</sup>	Sección	10 mm <sup>2</sup>
Caida de Tensión	6,216 V 0,75 %	Caida de Tensión	6,216 V 0,75 %	Caida de Tensión	6,216 V 0,75 %
Tramo CC	CB - Inversor	Tramo CC	CB - Inversor	Tramo CC	CB - Inversor
Agrupaciones	24 ud	Agrupaciones	24 ud	Agrupaciones	24 ud
Longitud	26 m	Longitud	37 m	Longitud	44 m
Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V
Intensidad	221,76 A	Intensidad	221,76 A	Intensidad	221,76 A
Conductor	Al	Conductor	Al	Conductor	Al
Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>
Sección	70 mm <sup>2</sup>	Sección	95 mm <sup>2</sup>	Sección	120 mm <sup>2</sup>
Caida de Tensión	5,88343 V 0,70595 %	Caida de Tensión	6,16926316 V 0,74025236 %	Caida de Tensión	5,808 V 0,69690425 %
Caida de Tension en CC	12,0994 V 1,45 %	Caida de Tension en CC	12,3852632 V 1,49 %	Caida de Tension en CC	12,024 V 1,44 %
Validación	Correcto	Validación	Correcto	Validación	Correcto

Caja de Combinación	CB 04 IN 02	Caja de Combinación	CB 05 IN 02	Caja de Combinación	CB 06 IN 02
Tramo CC	Modulos-CB	Tramo CC	Modulos-CB	Tramo CC	Modulos-CB
Longitud	148 m	Longitud	148 m	Longitud	148 m
Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V
Intensidad	9,24 A	Intensidad	9,24 A	Intensidad	9,24 A
Conductor	Cu	Conductor	Cu	Conductor	Cu
Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>
Sección	10 mm <sup>2</sup>	Sección	10 mm <sup>2</sup>	Sección	10 mm <sup>2</sup>
Caida de Tensión	6,216 V 0,75 %	Caida de Tensión	6,216 V 0,75 %	Caida de Tensión	6,216 V 0,75 %
Tramo CC	CB - Inversor	Tramo CC	CB - Inversor	Tramo CC	CB - Inversor
Agrupaciones	24 ud	Agrupaciones	24 ud	Agrupaciones	24 ud
Longitud	53 m	Longitud	63 m	Longitud	26 m
Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V
Intensidad	221,76 A	Intensidad	221,76 A	Intensidad	221,76 A
Conductor	Al	Conductor	Al	Conductor	Al
Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>
Sección	150 mm <sup>2</sup>	Sección	185 mm <sup>2</sup>	Sección	70 mm <sup>2</sup>
Caida de Tensión	5,5968 V 0,67156228 %	Caida de Tensión	5,39416216 V 0,64724768 %	Caida de Tensión	5,88342857 V 0,70595495 %
Caida de Tension en CC	11,8128 V 1,42 %	Caida de Tension en CC	11,6101622 V 1,39 %	Caida de Tension en CC	12,0994286 V 1,45 %
Validación	Correcto	Validación	Correcto	Validación	Correcto



## INVERSOR 2 - CB07 – CB 12

Caja de Combinación	CB 10 IN 02	Caja de Combinación	CB 11 IN 02	Caja de Combinación	CB 12 IN 02
Tramo CC	Modulos-CB	Tramo CC	Modulos-CB	Tramo CC	Modulos-CB
Longitud	148 m	Longitud	148 m	Longitud	148 m
Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V
Intensidad	9,24 A	Intensidad	9,24 A	Intensidad	9,24 A
Conductor	Cu	Conductor	Cu	Conductor	Cu
Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>
Sección	10 mm <sup>2</sup>	Sección	10 mm <sup>2</sup>	Sección	10 mm <sup>2</sup>
Caida de Tensión	6,216 V 0,75 %	Caida de Tensión	6,216 V 0,75 %	Caida de Tensión	6,216 V 0,75 %
Tramo CC	CB - Inversor	Tramo CC	CB - Inversor	Tramo CC	CB - Inversor
Agrupaciones	24 ud	Agrupaciones	24 ud	Agrupaciones	18 ud
Longitud	61 m	Longitud	69 m	Longitud	33 m
Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V
Intensidad	221,76 A	Intensidad	221,76 A	Intensidad	166,32 A
Conductor	Al	Conductor	Al	Conductor	Al
Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>
Sección	185 mm <sup>2</sup>	Sección	185 mm <sup>2</sup>	Sección	70 mm <sup>2</sup>
Caida de Tensión	5,22291892 V 0,62670013 %	Caida de Tensión	5,90789189 V 0,70889032 %	Caida de Tensión	5,60057143 V 0,67201481 %
Caida de Tension en CC	11,4389189 V 1,37 %	Caida de Tension en CC	12,1238919 V 1,45 %	Caida de Tension en CC	11,8165714 V 1,42 %
Validación	Correcto	Validación	Correcto	Validación	Correcto

Caja de Combinación	CB 07 IN 02	Caja de Combinación	CB 08 IN 02	Caja de Combinación	CB 09 IN 02
Tramo CC	Modulos-CB	Tramo CC	Modulos-CB	Tramo CC	Modulos-CB
Longitud	148 m	Longitud	148 m	Longitud	148 m
Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V
Intensidad	9,24 A	Intensidad	9,24 A	Intensidad	9,24 A
Conductor	Cu	Conductor	Cu	Conductor	Cu
Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>
Sección	10 mm <sup>2</sup>	Sección	10 mm <sup>2</sup>	Sección	10 mm <sup>2</sup>
Caida de Tensión	6,216 V 0,75 %	Caida de Tensión	6,216 V 0,75 %	Caida de Tensión	6,216 V 0,75 %
Tramo CC	CB - Inversor	Tramo CC	CB - Inversor	Tramo CC	CB - Inversor
Agrupaciones	24 ud	Agrupaciones	24 ud	Agrupaciones	24 ud
Longitud	33 m	Longitud	43 m	Longitud	52 m
Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V
Intensidad	221,76 A	Intensidad	221,76 A	Intensidad	221,76 A
Conductor	Al	Conductor	Al	Conductor	Al
Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>
Sección	95 mm <sup>2</sup>	Sección	120 mm <sup>2</sup>	Sección	150 mm <sup>2</sup>
Caida de Tensión	5,50232 V 0,66023 %	Caida de Tensión	5,676 V 0,68106551 %	Caida de Tensión	5,4912 V 0,65889129 %
Caida de Tension en CC	11,7183 V 1,41 %	Caida de Tension en CC	11,892 V 1,43 %	Caida de Tension en CC	11,7072 V 1,40 %
Validación	Correcto	Validación	Correcto	Validación	Correcto



### INVERSOR 3 - CB01 – CB 06

Caja de Combinación	CB 01 IN 03	Caja de Combinación	CB 02 IN 03	Caja de Combinación	CB 03 IN 03
Tramo CC	Modulos-CB	Tramo CC	Modulos-CB	Tramo CC	Modulos-CB
Longitud	148 m	Longitud	148 m	Longitud	148 m
Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V
Intensidad	9,24 A	Intensidad	9,24 A	Intensidad	9,24 A
Conductor	Cu	Conductor	Cu	Conductor	Cu
Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>
Sección	10 mm <sup>2</sup>	Sección	10 mm <sup>2</sup>	Sección	10 mm <sup>2</sup>
Caida de Tensión	6,216 V 0,75 %	Caida de Tensión	6,216 V 0,75 %	Caida de Tensión	6,216 V 0,75 %
Tramo CC	CB - Inversor	Tramo CC	CB - Inversor	Tramo CC	CB - Inversor
Agrupaciones	24 ud	Agrupaciones	24 ud	Agrupaciones	24 ud
Longitud	73 m	Longitud	65 m	Longitud	55 m
Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V
Intensidad	221,76 A	Intensidad	221,76 A	Intensidad	221,76 A
Conductor	Al	Conductor	Al	Conductor	Al
Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>
Sección	185 mm <sup>2</sup>	Sección	185 mm <sup>2</sup>	Sección	150 mm <sup>2</sup>
Caida de Tensión	6,25038 V 0,74999 %	Caida de Tensión	5,56540541 V 0,66779523 %	Caida de Tensión	5,808 V 0,69690425 %
Caida de Tension en CC	12,4664 V 1,50 %	Caida de Tension en CC	11,7814054 V 1,41 %	Caida de Tension en CC	12,024 V 1,44 %
Validación	Correcto	Validación	Correcto	Validación	Correcto

Caja de Combinación	CB 04 IN 03	Caja de Combinación	CB 05 IN 03	Caja de Combinación	CB 06 IN 03
Tramo CC	Modulos-CB	Tramo CC	Modulos-CB	Tramo CC	Modulos-CB
Longitud	148 m	Longitud	148 m	Longitud	148 m
Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V
Intensidad	9,24 A	Intensidad	9,24 A	Intensidad	9,24 A
Conductor	Cu	Conductor	Cu	Conductor	Cu
Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>
Sección	10 mm <sup>2</sup>	Sección	10 mm <sup>2</sup>	Sección	10 mm <sup>2</sup>
Caida de Tensión	6,216 V 0,75 %	Caida de Tensión	6,216 V 0,75 %	Caida de Tensión	6,216 V 0,75 %
Tramo CC	CB - Inversor	Tramo CC	CB - Inversor	Tramo CC	CB - Inversor
Agrupaciones	24 ud	Agrupaciones	24 ud	Agrupaciones	24 ud
Longitud	45 m	Longitud	35 m	Longitud	79 m
Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V
Intensidad	221,76 A	Intensidad	221,76 A	Intensidad	221,76 A
Conductor	Al	Conductor	Al	Conductor	Al
Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>
Sección	120 mm <sup>2</sup>	Sección	95 mm <sup>2</sup>	Sección	240 mm <sup>2</sup>
Caida de Tensión	5,94 V 0,71274298 %	Caida de Tensión	5,83578947 V 0,70023872 %	Caida de Tensión	5,214 V 0,62562995 %
Caida de Tension en CC	12,156 V 1,46 %	Caida de Tension en CC	12,0517895 V 1,45 %	Caida de Tension en CC	11,43 V 1,37 %
Validación	Correcto	Validación	Correcto	Validación	Correcto





## INVERSOR 3 - CB07 – CB 12

Caja de Combinación		CB 07 IN 03	Caja de Combinación		CB 08 IN 03	Caja de Combinación		CB 09 IN 03
Tramo CC	Modulos-CB		Tramo CC	Modulos-CB		Tramo CC	Modulos-CB	
Longitud	148 m		Longitud	148 m		Longitud	148 m	
Tensión	833,4 V		Tensión	833,4 V		Tensión	833,4 V	
Intensidad	9,24 A		Intensidad	9,24 A		Intensidad	9,24 A	
Conductor	Cu		Conductor	Cu		Conductor	Cu	
Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>		Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>		Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>	
Sección	10 mm <sup>2</sup>		Sección	10 mm <sup>2</sup>		Sección	10 mm <sup>2</sup>	
Caida de Tensión	6,216 V		Caida de Tensión	6,216 V		Caida de Tensión	6,216 V	
	0,75 %			0,75 %			0,75 %	
Tramo CC	CB - Inversor		Tramo CC	CB - Inversor		Tramo CC	CB - Inversor	
Agrupaciones	24 ud		Agrupaciones	24 ud		Agrupaciones	24 ud	
Longitud	78 m		Longitud	59 m		Longitud	50 m	
Tensión	833,4 V		Tensión	833,4 V		Tensión	833,4 V	
Intensidad	221,76 A		Intensidad	221,76 A		Intensidad	221,76 A	
Conductor	Al		Conductor	Al		Conductor	Al	
Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>		Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>		Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>	
Sección	240 mm <sup>2</sup>		Sección	150 mm <sup>2</sup>		Sección	150 mm <sup>2</sup>	
Caida de Tensión	5,148 V		Caida de Tensión	6,2304 V		Caida de Tensión	5,28 V	
	0,61771 %			0,74758819 %			0,63354932 %	
Caida de Tension en CC	11,364 V		Caida de Tension en CC	12,4464 V		Caida de Tension en CC	11,496 V	
	1,36 %			1,49 %			1,38 %	
Validación	Correcto		Validación	Correcto		Validación	Correcto	

Caja de Combinación		CB 10 IN 03	Caja de Combinación		CB 11 IN 03	Caja de Combinación		CB 12 IN 03
Tramo CC	Modulos-CB		Tramo CC	Modulos-CB		Tramo CC	Modulos-CB	
Longitud	148 m		Longitud	148 m		Longitud	107 m	
Tensión	833,4 V		Tensión	833,4 V		Tensión	833,4 V	
Intensidad	9,24 A		Intensidad	9,24 A		Intensidad	9,24 A	
Conductor	Cu		Conductor	Cu		Conductor	Cu	
Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>		Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>		Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>	
Sección	10 mm <sup>2</sup>		Sección	10 mm <sup>2</sup>		Sección	10 mm <sup>2</sup>	
Caida de Tensión	6,216 V		Caida de Tensión	6,216 V		Caida de Tensión	4,494 V	
	0,75 %			0,75 %			0,54 %	
Tramo CC	CB - Inversor		Tramo CC	CB - Inversor		Tramo CC	CB - Inversor	
Agrupaciones	24 ud		Agrupaciones	24 ud		Agrupaciones	18 ud	
Longitud	42 m		Longitud	35 m		Longitud	35 m	
Tensión	833,4 V		Tensión	833,4 V		Tensión	833,4 V	
Intensidad	221,76 A		Intensidad	221,76 A		Intensidad	166,32 A	
Conductor	Al		Conductor	Al		Conductor	Al	
Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>		Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>		Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>	
Sección	120 mm <sup>2</sup>		Sección	95 mm <sup>2</sup>		Sección	70 mm <sup>2</sup>	
Caida de Tensión	5,544 V		Caida de Tensión	5,83578947 V		Caida de Tensión	5,94 V	
	0,66522678 %			0,70023872 %			0,71274298 %	
Caida de Tension en CC	11,76 V		Caida de Tension en CC	12,0517895 V		Caida de Tension en CC	10,434 V	
	1,41 %			1,45 %			1,25 %	
Validación	Correcto		Validación	Correcto		Validación	Correcto	



## INVERSOR 4 - CB01 – CB 06

Caja de Combinación	CB 01 IN 04	Caja de Combinación	CB 02 IN 04	Caja de Combinación	CB 03 IN 04
Tramo CC	Modulos-CB	Tramo CC	Modulos-CB	Tramo CC	Modulos-CB
Longitud	148 m	Longitud	148 m	Longitud	148 m
Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V
Intensidad	9,24 A	Intensidad	9,24 A	Intensidad	9,24 A
Conductor	Cu	Conductor	Cu	Conductor	Cu
Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>
Sección	10 mm <sup>2</sup>	Sección	10 mm <sup>2</sup>	Sección	10 mm <sup>2</sup>
Caida de Tensión	6,216 V 0,75 %	Caida de Tensión	6,216 V 0,75 %	Caida de Tensión	6,216 V 0,75 %
Tramo CC	CB - Inversor	Tramo CC	CB - Inversor	Tramo CC	CB - Inversor
Agrupaciones	24 ud	Agrupaciones	24 ud	Agrupaciones	24 ud
Longitud	26 m	Longitud	37 m	Longitud	44 m
Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V
Intensidad	221,76 A	Intensidad	221,76 A	Intensidad	221,76 A
Conductor	Al	Conductor	Al	Conductor	Al
Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>
Sección	70 mm <sup>2</sup>	Sección	95 mm <sup>2</sup>	Sección	150 mm <sup>2</sup>
Caida de Tensión	5,88343 V 0,70595 %	Caida de Tensión	6,16926316 V 0,74025236 %	Caida de Tensión	4,6464 V 0,5575234 %
Caida de Tension en CC	12,0994 V 1,45 %	Caida de Tension en CC	12,3852632 V 1,49 %	Caida de Tension en CC	10,8624 V 1,30 %
Validación	Correcto	Validación	Correcto	Validación	Correcto

Caja de Combinación	CB 04 IN 04	Caja de Combinación	CB 05 IN 04	Caja de Combinación	CB 06 IN 04
Tramo CC	Modulos-CB	Tramo CC	Modulos-CB	Tramo CC	Modulos-CB
Longitud	148 m	Longitud	148 m	Longitud	148 m
Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V
Intensidad	9,24 A	Intensidad	9,24 A	Intensidad	9,24 A
Conductor	Cu	Conductor	Cu	Conductor	Cu
Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>
Sección	10 mm <sup>2</sup>	Sección	10 mm <sup>2</sup>	Sección	10 mm <sup>2</sup>
Caida de Tensión	6,216 V 0,75 %	Caida de Tensión	6,216 V 0,75 %	Caida de Tensión	6,216 V 0,75 %
Tramo CC	CB - Inversor	Tramo CC	CB - Inversor	Tramo CC	CB - Inversor
Agrupaciones	24 ud	Agrupaciones	24 ud	Agrupaciones	24 ud
Longitud	53 m	Longitud	63 m	Longitud	26 m
Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V	Tensión	833,4 V
Intensidad	221,76 A	Intensidad	221,76 A	Intensidad	221,76 A
Conductor	Al	Conductor	Al	Conductor	Al
Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>	Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>
Sección	150 mm <sup>2</sup>	Sección	185 mm <sup>2</sup>	Sección	70 mm <sup>2</sup>
Caida de Tensión	5,5968 V 0,67156228 %	Caida de Tensión	5,39416216 V 0,64724768 %	Caida de Tensión	5,88342857 V 0,70595495 %
Caida de Tension en CC	11,8128 V 1,42 %	Caida de Tension en CC	11,6101622 V 1,39 %	Caida de Tension en CC	12,0994286 V 1,45 %
Validación	Correcto	Validación	Correcto	Validación	Correcto



## INVERSOR 4 - CB07 – CB 12

Caja de Combinación		CB 07 IN 04	Caja de Combinación		CB 08 IN 04	Caja de Combinación		CB 09 IN 04
Tramo CC	Modulos-CB		Tramo CC	Modulos-CB		Tramo CC	Modulos-CB	
Longitud	148 m		Longitud	148 m		Longitud	148 m	
Tensión	833,4 V		Tensión	833,4 V		Tensión	833,4 V	
Intensidad	9,24 A		Intensidad	9,24 A		Intensidad	9,24 A	
Conductor	Cu		Conductor	Cu		Conductor	Cu	
Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>		Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>		Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>	
Sección	10 mm <sup>2</sup>		Sección	10 mm <sup>2</sup>		Sección	10 mm <sup>2</sup>	
Caida de Tensión	6,216 V		Caida de Tensión	6,216 V		Caida de Tensión	6,216 V	
	0,75 %			0,75 %			0,75 %	
Tramo CC	CB - Inversor		Tramo CC	CB - Inversor		Tramo CC	CB - Inversor	
Agrupaciones	24 ud		Agrupaciones	24 ud		Agrupaciones	24 ud	
Longitud	33 m		Longitud	43 m		Longitud	52 m	
Tensión	833,4 V		Tensión	833,4 V		Tensión	833,4 V	
Intensidad	221,76 A		Intensidad	221,76 A		Intensidad	221,76 A	
Conductor	Al		Conductor	Al		Conductor	Al	
Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>		Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>		Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>	
Sección	95 mm <sup>2</sup>		Sección	120 mm <sup>2</sup>		Sección	150 mm <sup>2</sup>	
Caida de Tensión	5,50232 V		Caida de Tensión	5,676 V		Caida de Tensión	5,4912 V	
	0,66023 %			0,68106551 %			0,65889129 %	
Caida de Tension en CC	11,7183 V		Caida de Tension en CC	11,892 V		Caida de Tension en CC	11,7072 V	
	1,41 %			1,43 %			1,40 %	
Validación	Correcto		Validación	Correcto		Validación	Correcto	

Caja de Combinación		CB 10 IN 04	Caja de Combinación		CB 11 IN 04	Caja de Combinación		CB 12 IN 04
Tramo CC	Modulos-CB		Tramo CC	Modulos-CB		Tramo CC	Modulos-CB	
Longitud	148 m		Longitud	148 m		Longitud	148 m	
Tensión	833,4 V		Tensión	833,4 V		Tensión	833,4 V	
Intensidad	9,24 A		Intensidad	9,24 A		Intensidad	9,24 A	
Conductor	Cu		Conductor	Cu		Conductor	Cu	
Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>		Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>		Resistividad 90°C	44 m/Ωmm <sup>2</sup>	
Sección	10 mm <sup>2</sup>		Sección	10 mm <sup>2</sup>		Sección	10 mm <sup>2</sup>	
Caida de Tensión	6,216 V		Caida de Tensión	6,216 V		Caida de Tensión	6,216 V	
	0,75 %			0,75 %			0,75 %	
Tramo CC	CB - Inversor		Tramo CC	CB - Inversor		Tramo CC	CB - Inversor	
Agrupaciones	24 ud		Agrupaciones	24 ud		Agrupaciones	18 ud	
Longitud	61 m		Longitud	69 m		Longitud	33 m	
Tensión	833,4 V		Tensión	833,4 V		Tensión	833,4 V	
Intensidad	221,76 A		Intensidad	221,76 A		Intensidad	166,32 A	
Conductor	Al		Conductor	Al		Conductor	Al	
Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>		Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>		Resistividad 90°C	28 m/Ωmm <sup>2</sup>	
Sección	185 mm <sup>2</sup>		Sección	185 mm <sup>2</sup>		Sección	70 mm <sup>2</sup>	
Caida de Tensión	5,22291892 V		Caida de Tensión	5,90789189 V		Caida de Tensión	5,60057143 V	
	0,62670013 %			0,70889032 %			0,67201481 %	
Caida de Tension en CC	11,4389189 V		Caida de Tension en CC	12,1238919 V		Caida de Tension en CC	11,8165714 V	
	1,37 %			1,45 %			1,42 %	
Validación	Correcto		Validación	Correcto		Validación	Correcto	



#### CRITERIO TÉRMICO:

Para el dimensionamiento del cable e función de la intensidad máxima admisible se considera el 125% de la intensidad que va a transportar la línea de corriente continua ( $I_{sc}$ )

De Final de seria a CB:

$$I_{MAX} = 1,25 \cdot 9,18A = 11,475A$$

Según el apartado 2.2.3 de la ITC-BT-19 del REBT el conductor cumple sobradamente para este caso, 76A de intensidad admisible.

Para las secciones que transcurren desde la caja de combinación al inversor hay que considerar:

- Cajas de combinación de 18 strings:

$$I_{MAX} = 1,25 \cdot 9,18A \cdot 18str = 206,55A$$

Según el apartado 2.2.3 de la ITC-BT-19 del REBT el conductor mínimo cumple de sección 50mm<sup>2</sup> para este caso, 250A de intensidad admisible.

Lógicamente, si cumple el peor caso, los restantes cumplirán con la normativa.

## 1.4 CÁLCULO DE CABLEADO CORRIENTE ALTERNA

El cableado interno de la Power Station se supone que cumple con la reglamentación española siendo un producto fabricado en España, con lo que no se tiene en cuenta para el cálculo de caída de tensión o criterio térmico. Sin embargo, la línea de transmisión de 22kV de salida del transformador sí que deberá ser calculada. El cable planteado es un cable de media tensión RHZ, con un rango de tensiones admisibles 12,5/33 kV.

La normativa a utilizar está basada en el REBT en su ITC-07.

#### CAÍDA DE TERMICO:

El cálculo de la intensidad en régimen permanente para un sistema trifásico responde a

Ecuación 7:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\phi} = \frac{5.600.000}{\sqrt{3} \cdot 22.000 \cdot 1} = 146,9A = 147A$$

Corregido a la temperatura;  $147 \cdot 1,25 = 183A$





El cableado de 70mm<sup>2</sup> tiene una intensidad máxima de 220A, enterrado directamente en el terreno. Esto cumple la norma del REBT ITC-BT-07 ya que el valor de corriente que circula por cada circuito es inferior. Ver tabla extraída del REBT:

*intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de aluminio en instalación enterrada (servicio permanente)*



SECCIÓN NOMINAL mm <sup>2</sup>	Terna de cables unipolares (1) y (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
	TIPO DE AISLAMIENTO					
						
	XI FF	FPR	PVC	XI FF	FPR	PVC
16	97	94	86	90	86	76
25	125	120	110	115	110	98
35	150	145	130	140	135	120
50	180	175	155	165	160	140
70	220	215	190	205	220	170
95	260	255	225	240	235	210
120	295	290	260	275	270	235
150	330	325	290	310	305	265
185	375	365	325	350	345	300
240	430	420	380	405	395	350
300	485	475	430	460	445	395
400	550	540	490	520	500	445
500	615	605	525	—	—	—
630	690	680	600	—	—	—

Tabla 4 – Intensidad máxima admisible ITC-BT-07

## CAÍDA DE TENSIÓN:

Conocida la sección mínima admisible por criterio térmico 70mm<sup>2</sup> se calcula si la caída de tensión no supera el 1,5% máximo:

Ecuación 8

$$V = \frac{\bar{3} \cdot L \cdot P_{INV}}{V \cdot \rho \cdot S} = \frac{\bar{3} \cdot 600 \cdot 5.600.000}{22.000 \cdot 28 \cdot 70} = 134,9 V$$

Lo que corresponde a un 0,6%, por lo consiguiente cumple todas las condiciones exigidas en el reglamento.

## 1.5 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA

El cálculo de la toma a tierra se realizará conforme con la ITC-BT-18 del REBT.

Se diferenciarán sistemas de tierra pero conectados entre sí:

- Puesta a tierra del circuito de corriente continua, paneles y estructura.
- Puesta a tierra del circuito de corriente alterna, Power Stations.

Dado que se desconocen los datos de la resistividad del terreno, en la ITC-BT-18 se establecen algunos valores orientativos que consideran que la resistividad será de 275 m para un terreno de arena con expansividad arcillosa.

### RESISTENCIA MÁXIMA DE LA PUESTA A TIERRA

El sistema de puesta a tierra del parque FV se dimensionará de tal forma que su resistencia de tierra no sea nunca superior al valor especificado para ella en cada caso.



Este valor de resistencia será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en zonas húmedas o emplazamiento conductor.
- 50 V en demás casos.

La protección diferencial que protege la instalación es de 300mA, y se considerará que esta instalación como local húmedo o emplazamiento conductor, por lo que la resistencia máxima de puesta a tierra será:

Ecuación 9:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{24}{0,3} = 80 \, \Omega$$

#### PUESTA A TIERRA DE CORRIENTE CONTINUA

La puesta a tierra de protección del circuito DC, consta cuatro instalaciones interiores uno por zona de inversor que unificará todas las masas de la estructura 104 metros de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección. Como se ha explicado los paneles quedan equipotencialmente unidos a la estructura mediante la rotura del anodizado y cada estructura se aterrará mediante una piqueta metálica por fila.

La resistencia queda definida de la siguiente manera.

Ecuación 10:

$$R = \frac{2\rho}{L} = \frac{2 \cdot 275}{104} = 5,28 \, \Omega$$

Dicha resistencia es inferior a la exigida por el reglamento y a su vez inferior a la recomendada por el fabricante de la estructura fija 10 .

#### PUESTA A TIERRA DE CORRIENTE ALTERNA

Según el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red de IDEA, se indica que todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto en la sección de DC como en la de AC, estarán conectadas a una única tierra. Con lo que las salidas de tierra de los inversores centrales y del transformador se conectarán a la misma red de tierras.



**ANEXO II**  
**MEDICIONES Y PRESUPUESTO**

**1 MEDICIONES.....2**  
**2 PRESUPUESTO.....5**



## **1 MEDICIONES**



MEDICIONES		Cantidad	Unidades
Código	Descripción		
01. CAPÍTULO	OBRA CIVIL		
01.01	Limpieza de Terreno, extracción de vegetación	80.057,00	m²
01.02	Vallado perimetral compuesto por:		
	Valla perimetral de acero galvanizado y alambre de espino según descripción técnica	1.155,00	m
	Zapatas de hormigón HA 25 P20 Ila de 0,5x 0,5x 0,5 m	385,00	uds
	Puerta para paso de vehículos de acero galvanizado y alambre de espino según descripción técnica	1,00	uds
01.03	Losas de hormigón armado HA 25 P20 Ila de 14 x 3 x 0,3m para la instalación de los contenedores de inversores y caseta técnica	3,00	uds
01.04	Camino de acceso a sistema fotovoltaico sin asfaltar, compuesto por capas de tierra compactada según descripción técnica	228,00	m
01.05	Zanaja Tipo A compuesta por:		
	Tubo de PVC de D125mm (1 ud)	92,00	m
	Conducto de PE de D50mm (2ud)	184,00	m
	Banda de Señalización	40,48	m²
	Material de limpieza	2,02	m³
01.06	Zanaja Tipo B compuesta por:		
	Tubo de PVC de D125mm (1 ud)	133,60	m
	Conducto de PE de D50mm (2ud)	267,20	m
	Banda de Señalización	58,78	m²
	Material de limpieza	2,94	m³
01.07	Zanaja Tipo C compuesta por:		
	Tubo de PVC de D125mm (1 ud)	73,60	m
	Conducto de PE de D50mm (2ud)	147,20	m
	Banda de Señalización	33,57	m²
	Material de limpieza	1,62	m³
01.08	Zanaja Tipo D compuesta por:		
	Tubo de PVC de D125mm (2 ud)	147,20	m
	Conducto de PE de D50mm (2ud)	147,20	m
	Banda de Señalización	33,57	m²
	Material de limpieza	1,62	m³
01.09	Zanaja Tipo E compuesta por:		
	Tubo de PVC de D125mm (2 ud)	187,20	m
	Conducto de PE de D50mm (2ud)	187,20	m
	Banda de Señalización	41,18	m²
	Material de limpieza	2,06	m³
01.10	Zanaja Tipo F compuesta por:		
	Tubo de PVC de D125mm (2 ud)	307,20	m
	Conducto de PE de D50mm (2ud)	307,20	m
	Banda de Señalización	67,58	m²
	Material de limpieza	3,38	m³
01.11	Zanaja Tipo G compuesta por:		
	Hormigón Armado HA 25 P20 Ila	1,80	m³
	Tubo de PVC de D125mm (2 ud)	60,00	m
	Conducto de PE de D50mm (2ud)	60,00	m
	Banda de Señalización	15,84	m²
	Material de limpieza	0,66	m³
01.11	Zanaja Tipo AT compuesta por:		
	Conducto de PE de D50mm (2ud)	380,00	m
	Banda de Señalización	83,60	m²
	Material de limpieza	4,18	m³
01.12	Arquetas prefabricadas de hormigón de 60x60 mm con tapa plastica	35,00	uds
01.13	Arquetas prefabricadas de hormigón de 80x80 mm con tapa plastica	25,00	uds
01.13	Caseta técnica pre equipada según descripción técnica	1,00	uds

		MEDICIONES		
Código	Descripción		Cantidad	Unidades
02. CAPÍTULO		ELEMENTOS MECÁNICOS		
02.01	Módulos fotovoltaicos modelo YGE 320P-35b marca Yingli o similar con 72 celdas de dimensiones 1960x990x40 mm y 320Wp de potencia		22.560,00	uds
02.02	Sistema de estructura fija fabricada en acero para sistema de módulos 3V con 14 postes por mesa según descripción técnica incluye tornillería necesaria para su completa instalación		376,00	uds
02.03	Grapas dobles de sustentación de módulos fotovoltaicos a la estructura según descripción técnica		31.584,00	uds
02.04	Grapas simples de sustentación de módulos fotovoltaicos a la estructura según descripción técnica		4.512,00	uds
02.05	Piquetas de tierra para el marcado topográfico		2.632,00	uds
02.06	Bridas plasticas para fijación de cable en la estructura		56.400,00	uds
02.07	Elementos de marcado de cableado y cajas de combinación		100.000,00	uds
03. CAPÍTULO		ELEMENTOS ELECTRICOS BAJA TENSION		
03.01	Cable ZZ-F Solar (AS) 1,8 kV de sección 10mm <sup>2</sup> en cobre electrolítico aislamiento libre de halógenos y baja emisión de humos tipo EM-8 o similar.		163.094,00	m
03.02	Cable RV-k 0.6/1kV de sección 50mm <sup>2</sup> en aluminio con aislamiento de polietileno reticulado XLPE cubierta de PVC y temperatura máxima 90°C		70	m
03.03	Cable RV-k 0.6/1kV de sección 70mm <sup>2</sup> en aluminio con aislamiento depolietileno reticulado XLPE cubierta de PVC y temperatura máxima 90°C		410	m
03.04	Cable RV-k 0.6/1kV de sección 95mm <sup>2</sup> en aluminio con aislamiento de polietileno reticulado XLPE cubierta de PVC y temperatura máxima 90°C		728	m
03.05	Cable RV-k 0.6/1kV de sección 120mm <sup>2</sup> en aluminio con aislamiento de polietileno reticulado XLPE cubierta de PVC y temperatura máxima 90°C		742	m
03.06	Cable RV-k 0.6/1kV de sección 150mm <sup>2</sup> en aluminio con aislamiento de polietileno reticulado XLPE cubierta de PVC y temperatura máxima 90°C		946	m
03.07	Cable RV-k 0.6/1kV de sección 185mm <sup>2</sup> en aluminio con aislamiento de polietileno reticulado XLPE cubierta de PVC y temperatura máxima 90°C		1.334	m
03.08	Cable RV-k 0.6/1kV de sección 240mm <sup>2</sup> en aluminio con aislamiento de polietileno reticulado XLPE cubierta de PVC y temperatura máxima 90°C		618	m
03.09	Cable RV-k 0.6/1kV de sección 300mm <sup>2</sup> en aluminio con aislamiento de polietileno reticulado XLPE cubierta de PVC y temperatura máxima 90°C		200,00	m
03.10	Cajas de combinación compuestas por 24 fusibles + y 24 fusibles - 280A 1000Vdc y portafusible, seccionamiento a la salida. Entrada para comunicaciones y sistema de seguridad de derivaciones y sobreintensidades por derivación a tierra.		44,00	uds
03.11	Cajas de combinación compuestas por 18 fusibles + y 18 fusibles -, seccionamiento a la salida. Entrada para comunicaciones y sistema de seguridad de derivaciones y sobreintensidades por derivación a tierra.		4,00	uds
03.12	Grapas de mordisco para fijación de módulo y generar conductividad entre estructura y módulos del sistema de tierras de la instalación.		11.280,00	uds
03.13	Cable de cobre aislado de 50 mm <sup>2</sup> de sistema de tierra cable unipolar ES07Z1-K (AS) o similar, no propagador de llama y aislamiento libre de alogenos.		487,20	m
03.14	Pica de tierra cobriza de 2,0 metros y 14mm de diametro incluye sistema de fijación de cable		80,00	uds

MEDICIONES				
Código	Descripción	Cantidad	Unidades	
04. CAPÍTULO		ELEMENTOS ELECTRICOS MEDIA TENSIÓN		
4.01	Power Station Gamesa E-PV Station 2600 - 2800 kVA equipado con dos inversores de 1400 kVA, transformador 22.000V, protecciones y switchgear según descripción técnica. Instalado plug and play en un	2,00	uds	
4.02	Cable RHZ1 1,8 kV de sección 50mm <sup>2</sup> 18/30kV libre le halógenos resistencia del conductor a 90°C	20,00	uds	
4.03	Cable RHZ1 1,8 kV de sección 70mm <sup>2</sup> 18/30kV libre le halógenos resistencia del conductor a 90°C	186,00	uds	
4.04	Estación de medida en envoltente tipo kiosco equipada con celdas línea, protección y medición del fabricante Ormazabal o similar compuesta por:	1,00	uds	
05. CAPÍTULO		ELEMENTOS DE COMUNICACIONES Y MONITORIZACIÓN		
5.01	Cable de fibra óptica RS Pro o similar de un núcleo con funda de Polietileno PE Negro	350,00	m	
5.02	Sistema comercial SCADA Green Power Monitoring o similar	1,00	uds	
5.03	Controlador de inversores PPC Power Plant Controler del mismo fabricante que los inversores para completa operatividad.	1,00	uds	
5.04	Terminales para conexiones de cableado de fibra óptica	250,00	uds	
06. CAPÍTULO		MONTAJES MECÁNICOS Y ELÉCTRICOS		
6.01	Trabajos topográficos, levantamiento y marcado topofráfico.	1,00	pda.	
6.02	Instalación de pórticos de la estructura mediante hincados según descripción técnica	1,00	pda.	
6.03	Instalación y montaje de sistema estructural según descripción técnica	1,00	pda.	
6.04	Instalación y montaje de los módulos fotovoltaicos en la estructura según descripción técnica	1,00	pda.	
6.05	Instalación eléctrica tramo CC según Reglamento Baja Tensión (RBT)	1,00	pda.	
6.06	Instalación eléctrica tramo AC según Reglamento Baja Tensión (RBT)	1,00	pda.	
6.07	Instalación eléctrica tramo AC de salida de los inversores según reglamento de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión	1,00	pda.	



## **2 PRESUPUESTO**

			MEDICIONES			
Código	Unidades	Descripción	Cantidad	Precio Unidad	Total	
01. CAPÍTULO			OBRA CIVIL			
01.01	m²	Limpieza de Terreno, extracción de vegetación	80.057,00	1,93	154.550,04	
01.02	m	Vallado perimetral compuesto por:	1.155,00	9,51	10.986,48	
01.03	uds	Losas de hormigón armado HA 25 P20 Ila de 14 x 3 x 0,3m para la instalación de los contenedores de inversores y caseta técnica	4,00	202,94	811,75	
01.04	m	Camino de acceso a sistema fotovoltaico sin asfaltar, compuesto por capas de tierra compactada según descripción técnica	228,00	5,87	1.339,14	
01.05	m	Zanaja Tipo A compuesta por:	92,00	13,08	1.203,14	
01.06	m	Zanaja Tipo B compuesta por:	133,60	13,08	1.747,16	
01.07	m	Zanaja Tipo C compuesta por:	73,60	13,08	962,51	
01.08	m	Zanaja Tipo D compuesta por:	147,20	14,48	2.131,69	
01.09	m	Zanaja Tipo E compuesta por:	187,20	14,48	2.710,95	
01.10	m	Zanaja Tipo F compuesta por:	307,20	14,48	4.448,73	
01.11	m	Zanaja Tipo G compuesta por:	60,00	28,75	1.725,24	
01.11	m	Zanaja Tipo AT compuesta por:	380,00	11,67	4.435,95	
01.12	uds	Arquetas prefabricadas de hormigón de 60x60 mm con tapa plastica	35,00	105,18	3.681,41	
01.13	uds	Arquetas prefabricadas de hormigón de 80x80 mm con tapa plastica	25,00	112,03	2.800,69	
01.13	uds	Caseta técnica pre equipada según descripción técnica	1,00	4.212,00	4.212,00	
02. CAPÍTULO			ELEMENTOS MECÁNICOS			
02.01	uds	Módulos fotovoltaicos modelo YGE 320P-35b marca Yingli o similar con 72 celdas de dimensiones 1960x990x40 mm y 320Wp de potencia	22.560,00	164,74	3.716.444,16	
02.02	uds	Sistema de estructura fija fabricada en acero para sistema de módulos 3V con 14 postes por mesa según descripción técnica incluye tornillería necesaria para su completa instalación	376,00	1.976,83	743.288,83	
02.03	uds	Grapas dobles de sustentación de módulos fotovoltaicos a la estructura según descripción técnica	31.584,00	1,19	37.692,35	
02.04	uds	Grapas simples de sustentación de módulos fotovoltaicos a la estructura según descripción técnica	4.512,00	1,19	5.384,62	
02.05	uds	Piquetas de tierra para el marcado topográfico	2.632,00	0,41	1.077,80	
02.06	uds	Bridas plasticas para fijación de cable en la estructura	56.400,00	0,08	4.619,16	
02.07	uds	Elementos de marcado de cableado y cajas de combinación	100.000,00	0,07	7.020,00	
03. CAPÍTULO			ELEMENTOS ELECTRICOS BAJA TENSIÓN			
03.01	m	Cable ZZ-F Solar (AS) 1,8 kV de sección 10mm² en cobre electrolítico aislamiento libre de halógenos y baja emisión de humos tipo EM-8 o similar.	163.094,00	0,94	152.655,98	
03.02	m	Cable RV-k 0.6/1kV de sección 50mm² en aluminio con aislamiento de polietileno reticulado XLPE cubierta de PVC y temperatura máxima 90°C	70	1,65	115,48	
03.03	m	Cable RV-k 0.6/1kV de sección 70mm² en aluminio con aislamiento depolietileno reticulado XLPE cubierta de PVC y temperatura máxima 90°C	410	2,26	925,82	
03.04	m	Cable RV-k 0.6/1kV de sección 95mm² en aluminio con aislamiento de polietileno reticulado XLPE cubierta de PVC y temperatura máxima 90°C	728	2,68	1.950,53	
03.05	m	Cable RV-k 0.6/1kV de sección 120mm² en aluminio con aislamiento de polietileno reticulado XLPE cubierta de PVC y temperatura máxima 90°C	742	3,26	2.422,11	
03.06	m	Cable RV-k 0.6/1kV de sección 150mm² en aluminio con aislamiento de polietileno reticulado XLPE cubierta de PVC y temperatura máxima 90°C	946	3,97	3.752,12	
03.07	m	Cable RV-k 0.6/1kV de sección 185mm² en aluminio con aislamiento de polietileno reticulado XLPE cubierta de PVC y temperatura máxima 90°C	1.334	4,88	6.508,45	
03.08	m	Cable RV-k 0.6/1kV de sección 240mm² en aluminio con aislamiento de polietileno reticulado XLPE cubierta de PVC y temperatura máxima 90°C	618	6,17	3.810,53	
03.09	m	Cable RV-k 0.6/1kV de sección 300mm² en aluminio con aislamiento de polietileno reticulado XLPE cubierta de PVC y temperatura máxima 90°C	200,00	8,17	1.633,32	
03.10	uds	Cajas de combinación compuestas por 24 fusibles + y 24 fusibles - 280A 1000Vdc y portafusible, seccionamiento a la salida. Entrada para comunicaciones y sistema de seguridad de derivaciones y sobreintensidades por derivación a tierra.	44,00	1.404,00	61.776,00	
03.11	uds	Cajas de combinación compuestas por 18 fusibles + y 18 fusibles -, seccionamiento a la salida. Entrada para comunicaciones y sistema de seguridad de derivaciones y sobreintensidades por derivación a tierra.	4,00	1.228,50	4.914,00	
03.12	uds	Grapas de mordisco para fijación de módulo y generar conductividad entre estructura y módulos del sistema de tierras de la instalación.	11.280,00	1,19	13.461,55	
03.13	m	Cable de cobre aislado de 50 mm² de sistema de tierra cable unipolar ES07Z1-K (AS) o similar, no propagador de llama y aislamiento libre de alogenos.	487,20	1,64	798,03	
03.14	uds	Pica de tierra cobriza de 2,0 metros y 14mm de diametro incluye sistema de fijación de cable	80,00	166,14	13.291,20	

MEDICIONES						
Código	Unidades	Descripción	Cantidad	Precio Unidad	Total	
04. CAPÍTULO			ELEMENTOS ELECTRICOS MEDIA TENSION			
4.01	uds	Power Station Gamesa E-PV Station 2600 - 2800 kVA equipado con dos inversores de 1400 kVA, transformador 22.000V, protecciones. Instalado plug and play en un contenedor metálico de 40 pies.	2,00	280.215,00	560.430,00	
4.02	uds	Cable RHZ1 1,8 kV de sección 50mm² 18/30kV libre le halógenos resistencia del conductor a 90°C	20,00	7,70	153,97	
4.03	uds	Cable RHZ1 1,8 kV de sección 70mm² 18/30kV libre le halógenos resistencia del conductor a 90°C	186,00	9,18	1.708,32	
4.04	uds	Estación de medida en envolverte tipo kiosko equipada con celdas de línea, protección y medición del fabricante Ormazabal o similar compuesta por:	1,00	234.000,00	234.000,00	
05. CAPÍTULO			ELEMENTOS DE COMUNICACIONES Y MONITORIZACIÓN			
5.01	m	Cable de fibra óptica RS Pro o similar de un núcleo con funda de Polietileno PE Negro	350,00	2,78	974,61	
5.02	uds	Sistema comercial SCADA Green Power Monitoring o similar	1,00	140.400,00	140.400,00	
5.03	uds	Controlador de inversores PPC Power Plant Controller del mismo fabricante que los inversores para completa operatividad.	1,00	93.600,00	93.600,00	
5.04	uds	Terminales para conexiones de cableado de fibra óptica	250,00	0,26	64,35	
06. CAPÍTULO			MONTAJES MECÁNICOS Y ELÉCTRICOS			
6.01	pda.	Trabajos topográficos, levantamiento y marcado topográfico.	1,00	24.635,52	24.635,52	
6.02	pda.	Instalación de pórticos de la estructura mediante hincados según descripción técnica	1,00	52.790,40	52.790,40	
6.03	pda.	Instalación y montaje de sistema estructural según descripción técnica	1,00	132.173,96	132.173,96	
6.04	pda.	Instalación y montaje de los módulos fotovoltaicos en la estructura según descripción técnica	1,00	95.022,72	95.022,72	
6.05	pda.	Instalación eléctrica tramo CC según Reglamento Baja Tensión (RBT)	1,00	56.710,37	56.710,37	
6.06	pda.	Instalación eléctrica tramo AC de salida de los inversores según reglamento de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión	1,00	19.295,17	19.295,17	
6.07	pda.	Dirección de Obra	1,00	61.425,00	61.425,00	
				TOTAL	6.454.673,30	
				TOTAL IVA	7.810.154,69	



## **ANEXO III**

### **PLANOS**

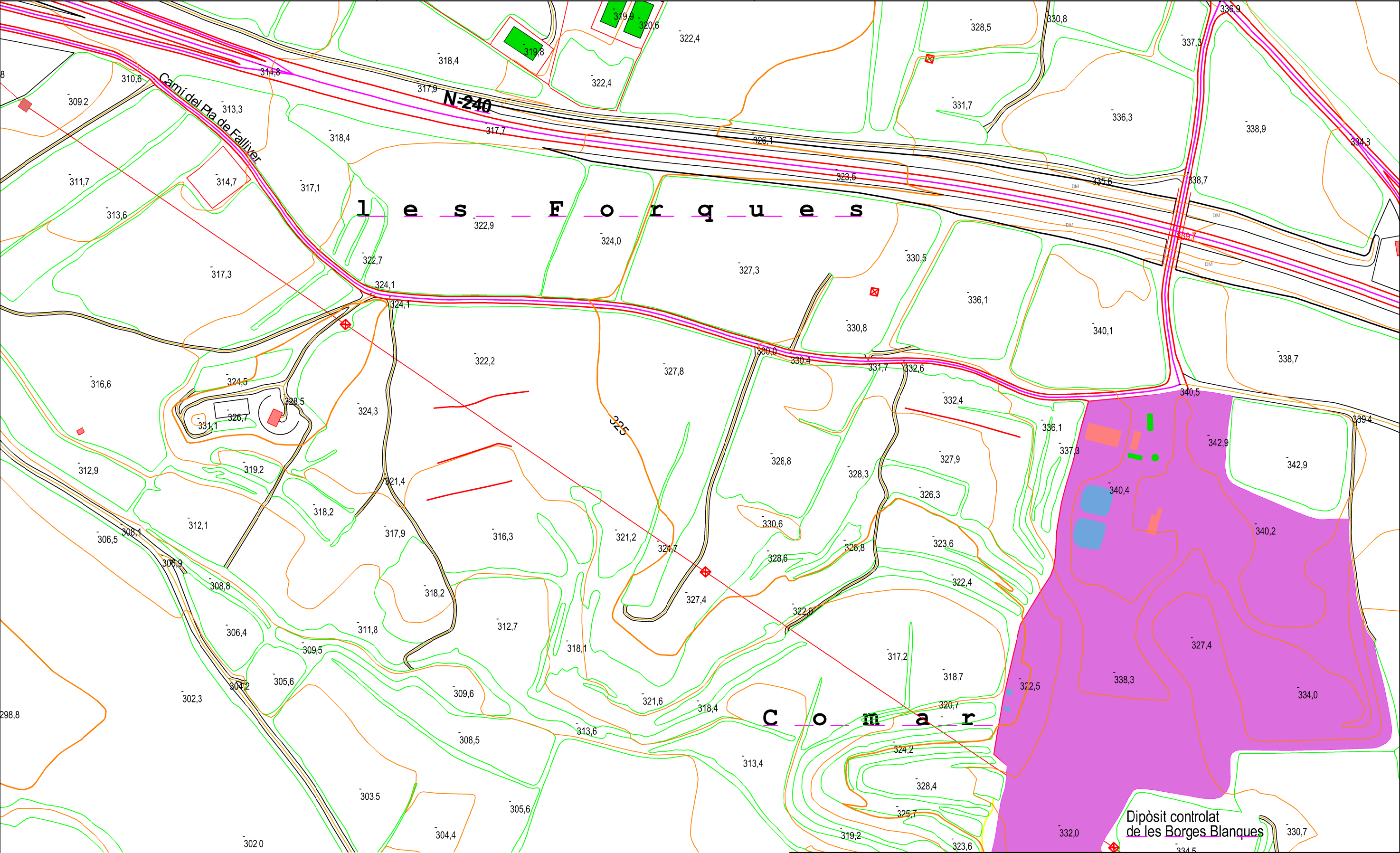
#### **TABLA DE CONTENIDO**

1. UBICACIÓN
2. LOCALIZACIÓN
3. DISEÑO GENERAL
4. DISEÑO DETALLADO 1
5. DISEÑO DETALLADO 2
6. DISEÑO DETALLADO 3
7. DISEÑO DETALLADO 4
8. DETALLES 1
9. DETALLES 2
10. ESQUEMA ELÉCTRICO 1
11. ESQUEMA ELÉCTRICO 2
12. ESQUEMA ELÉCTRICO 3

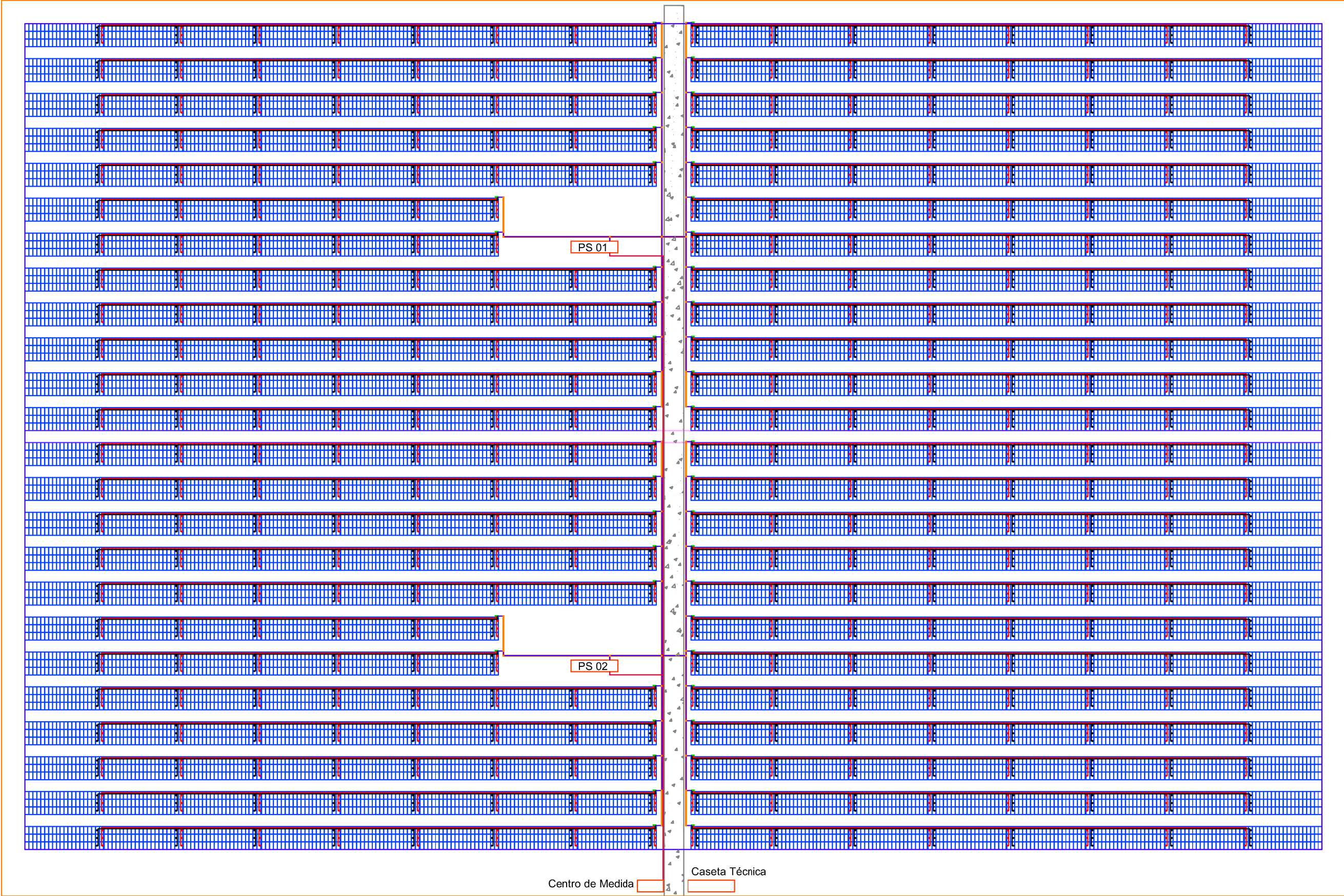








	Fecha	Autor/Tutor	 Universitat de Lleida	Análisis de Viabilidad de la Instalación de un Parque Solar Fotovoltaico de 5.6 MW-AC Situado en la Provincia de Lleida
Dibujado	05-05-2017	Hernán Segura Gata		Escala: 1/1000
Comprobado	05-05-2017	Cristian Solé Cutrona		ID: 02
Título: Localización del Parque Fotovoltaico				



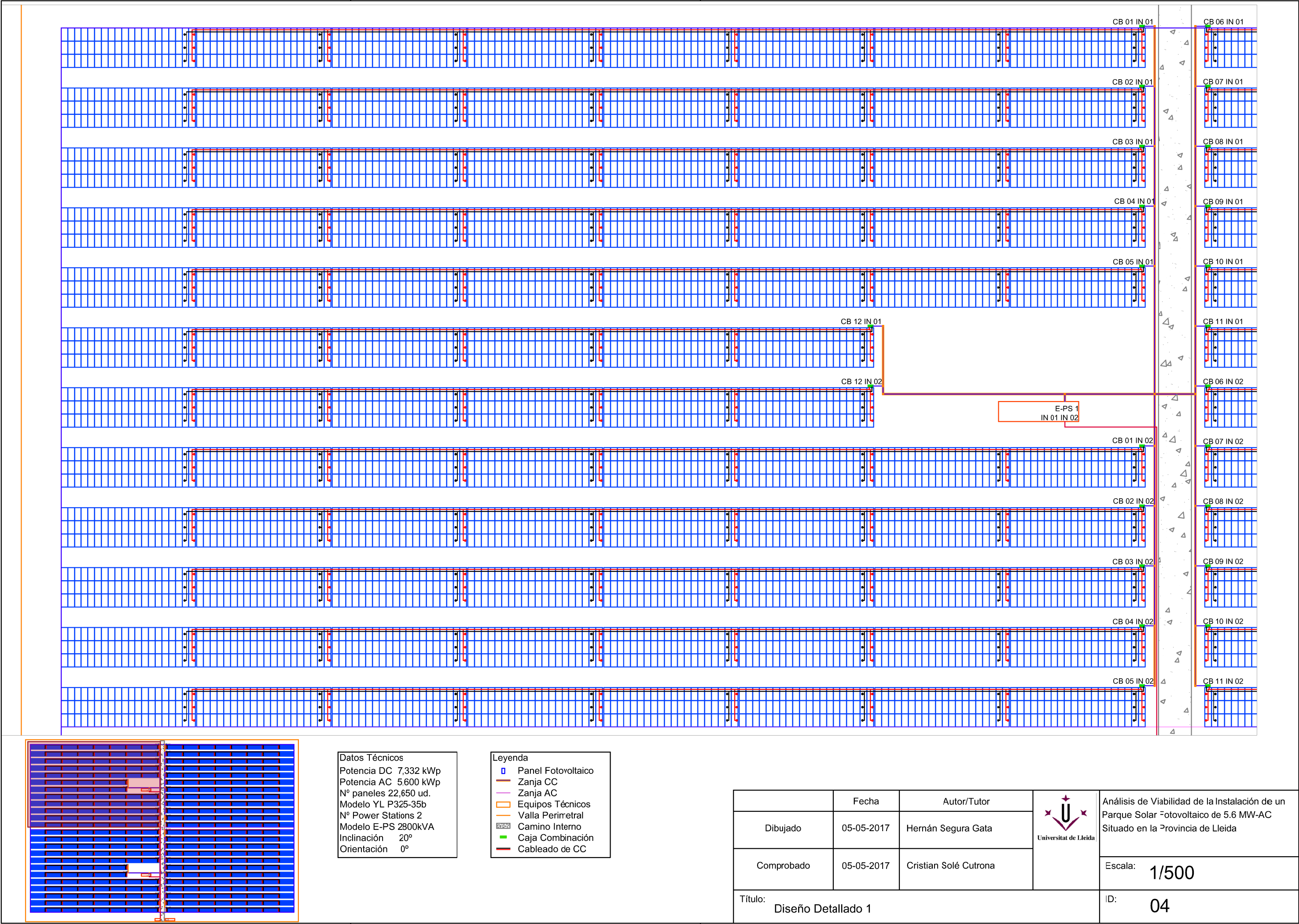
Datos Técnicos

Potencia DC 7,332 kWp  
Potencia AC 5,600 kWp  
Nº paneles 22,650 ud.  
Modelo YL P325-35b  
Nº Power Stations 2  
Modelo E-PS 2800kVA  
Inclinación 20°  
Orientación 0°

Leyenda

- Panel Fotovoltaico
- Zanja CC
- Zanja AC
- Equipos Técnicos
- Valla Perimetral
- Camino Interno
- Caja Combinación
- Cableado de CC

	Fecha	Autor/Tutor	 Análisis de Viabilidad de la Instalación de un Parque Solar Fotovoltaico de 5.6 MW-AC Situado en la Provincia de Lleida
Dibujado	05-05-2017	Hernán Segura Gata	
Comprobado	05-05-2017	Cristian Solé Cutrona	
Título: Diseño General			Escala: 1/1000
			ID: 03



Datos Técnicos  
Potencia DC 7,332 kWp  
Potencia AC 5,600 kWp  
Nº paneles 22,650 ud.  
Modelo YL P325-35b  
Nº Power Stations 2  
Modelo E-PS 2800kVA  
Inclinación 20°  
Orientación 0°

- Leyenda
- Panel Fotovoltaico
  - Zanja CC
  - Zanja AC
  - Equipos Técnicos
  - Valla Perimetral
  - Camino Interno
  - Caja Combinación
  - Cableado de CC

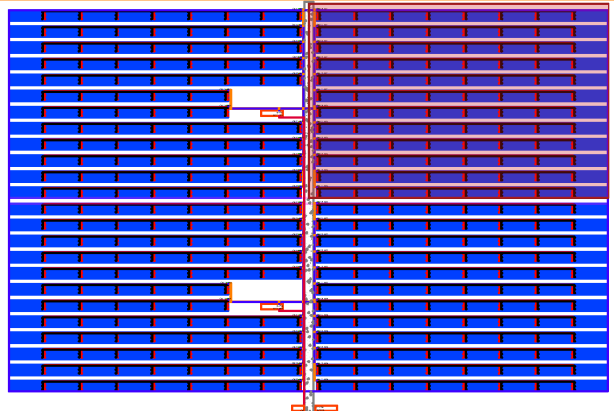
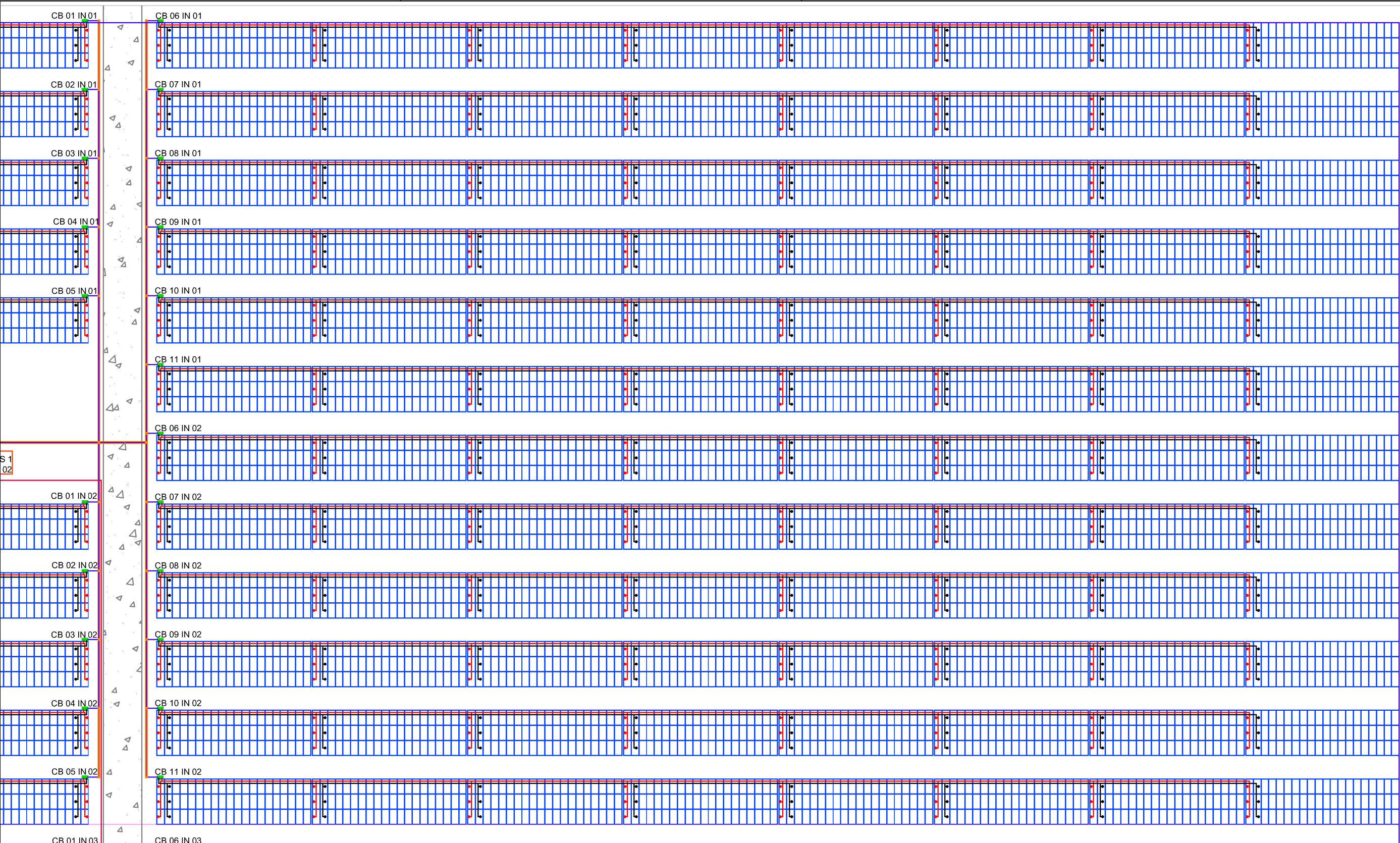
	Fecha	Autor/Tutor
Dibujado	05-05-2017	Hernán Segura Gata
Comprobado	05-05-2017	Cristian Solé Cutrona



Análisis de Viabilidad de la Instalación de un  
Parque Solar Fotovoltaico de 5.6 MW-AC  
Situado en la Provincia de Lleida


Escala: 1/500

ID: 04

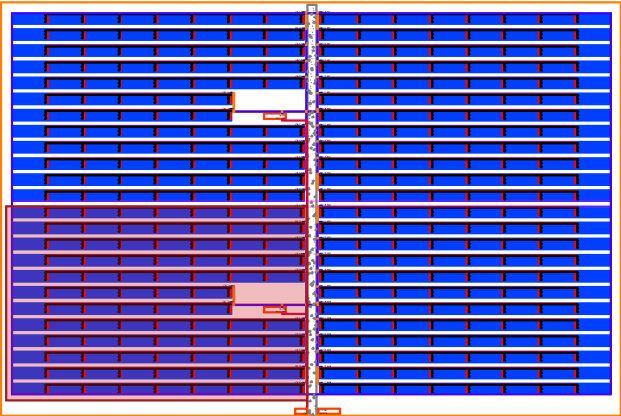
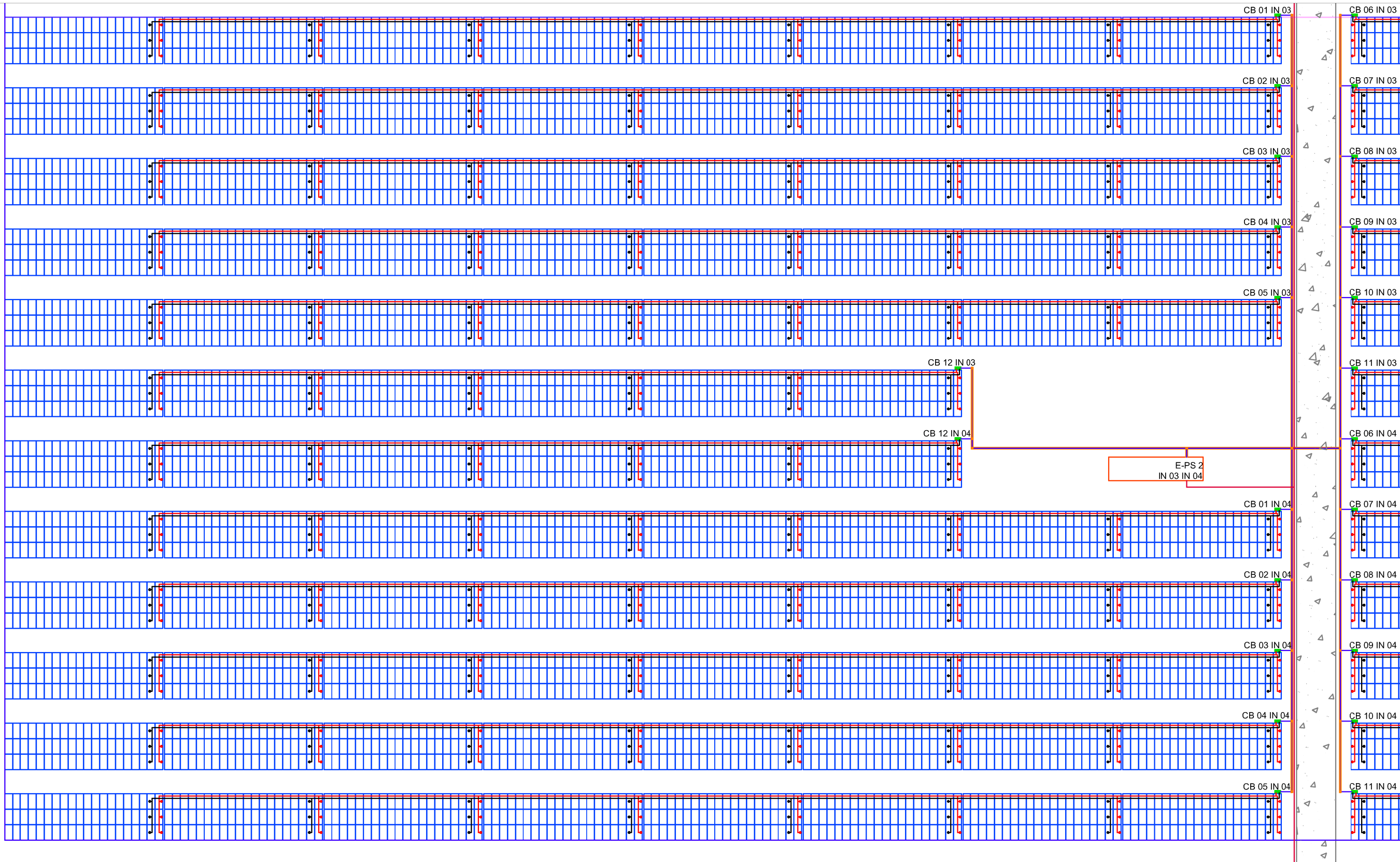


Datos Técnicos  
Potencia DC 7,332 kWp  
Potencia AC 5,600 kWp  
Nº paneles 22,650 ud.  
Modelo YL P325-35b  
Nº Power Statics 2  
Modelo E-PS 2800kVA  
Inclinación 20°  
Orientación 0°

- Leyenda
- Panel Fotovoltaico
  - Zanja CC
  - Zanja AC
  - Equipos Técnicos
  - Valla Perimetral
  - Camino Interno
  - Caja Combinación
  - Cableado de CC


	Fecha	Autor/Tutor	 Análisis de Viabilidad de la Instalación de un Parque Solar Fotovoltaico de 5.6 MW-AC Situado en la Provincia de Lleida
Dibujado	05-05-2017	Hernán Segura Gata	
Comprobado	05-05-2017	Cristian Solé Cutrona	
Título: Diseño Detallado 2			Escala: 1/500
			ID: 05

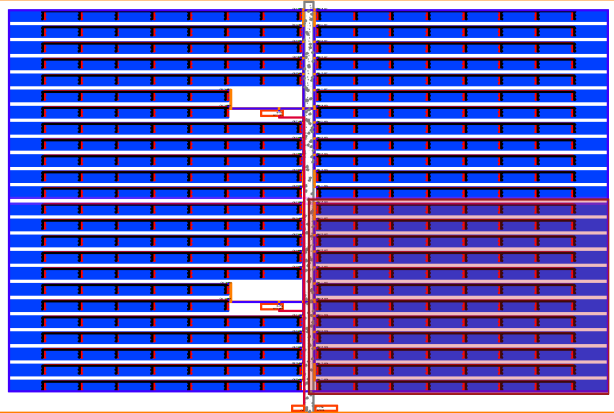
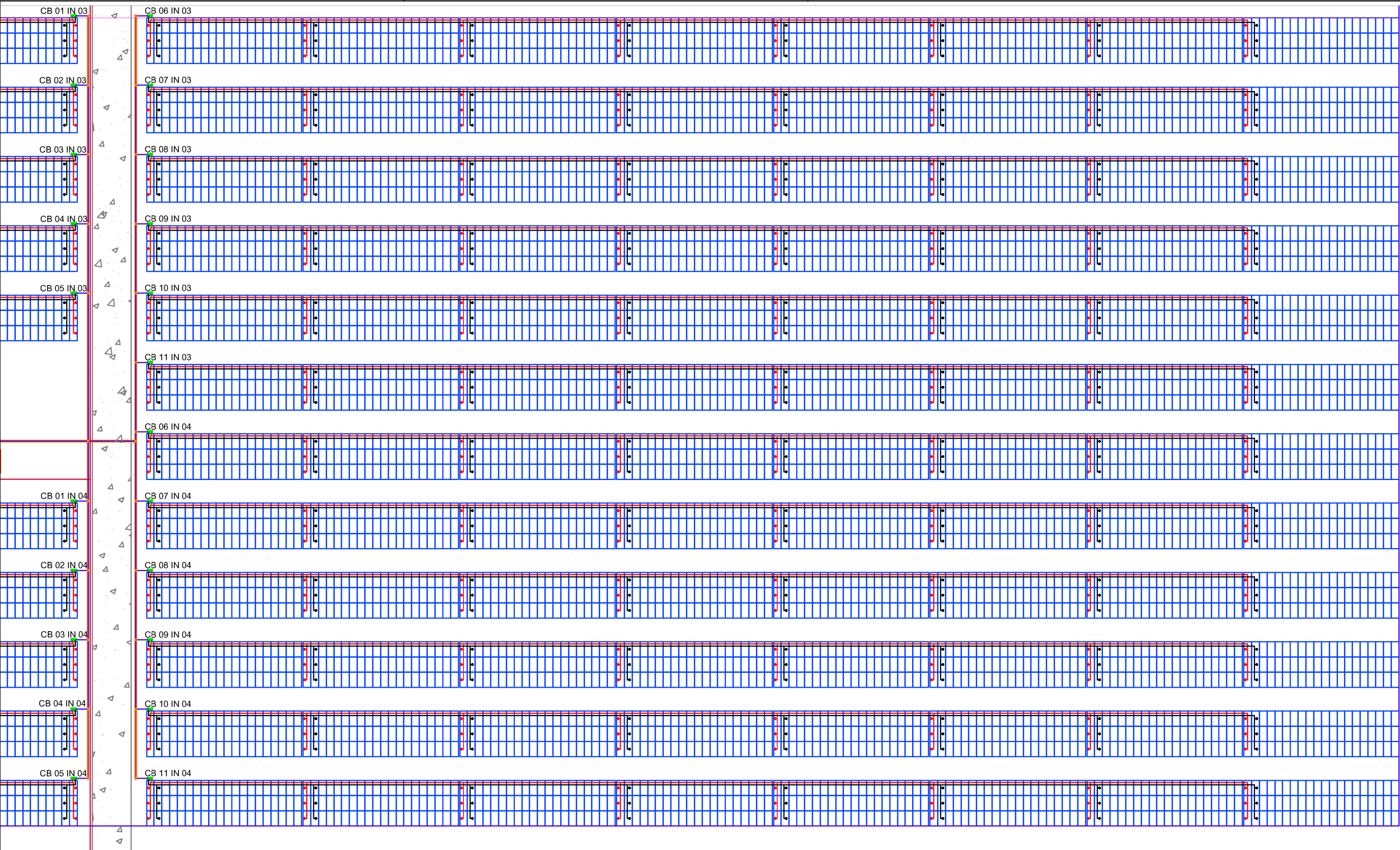




Datos Técnicos  
Potencia DC 7,332 kWp  
Potencia AC 5,600 kWp  
Nº paneles 22,650 ud.  
Modelo YL P325-35b  
Nº Power Stations 2  
Modelo E-PS 2800kVA  
Inclinación 20°  
Orientación 0°


- Leyenda
- Panel Fotovoltaico
  - Zanja CC
  - Zanja AC
  - Equipos Técnicos
  - Valla Perimetral
  - Camino Interno
  - Caja Combinación
  - Cableado de CC

	Fecha	Autor/Tutor	 Análisis de Viabilidad de la Instalación de un Parque Solar Fotovoltaico de 5.6 MW-AC Situado en la Provincia de Lleida
Dibujado	05-05-2017	Hernán Segura Gata	
Comprobado	05-05-2017	Cristian Solé Cutrona	
Título: Diseño Detallado 3			Escala: 1/500
			ID: 06

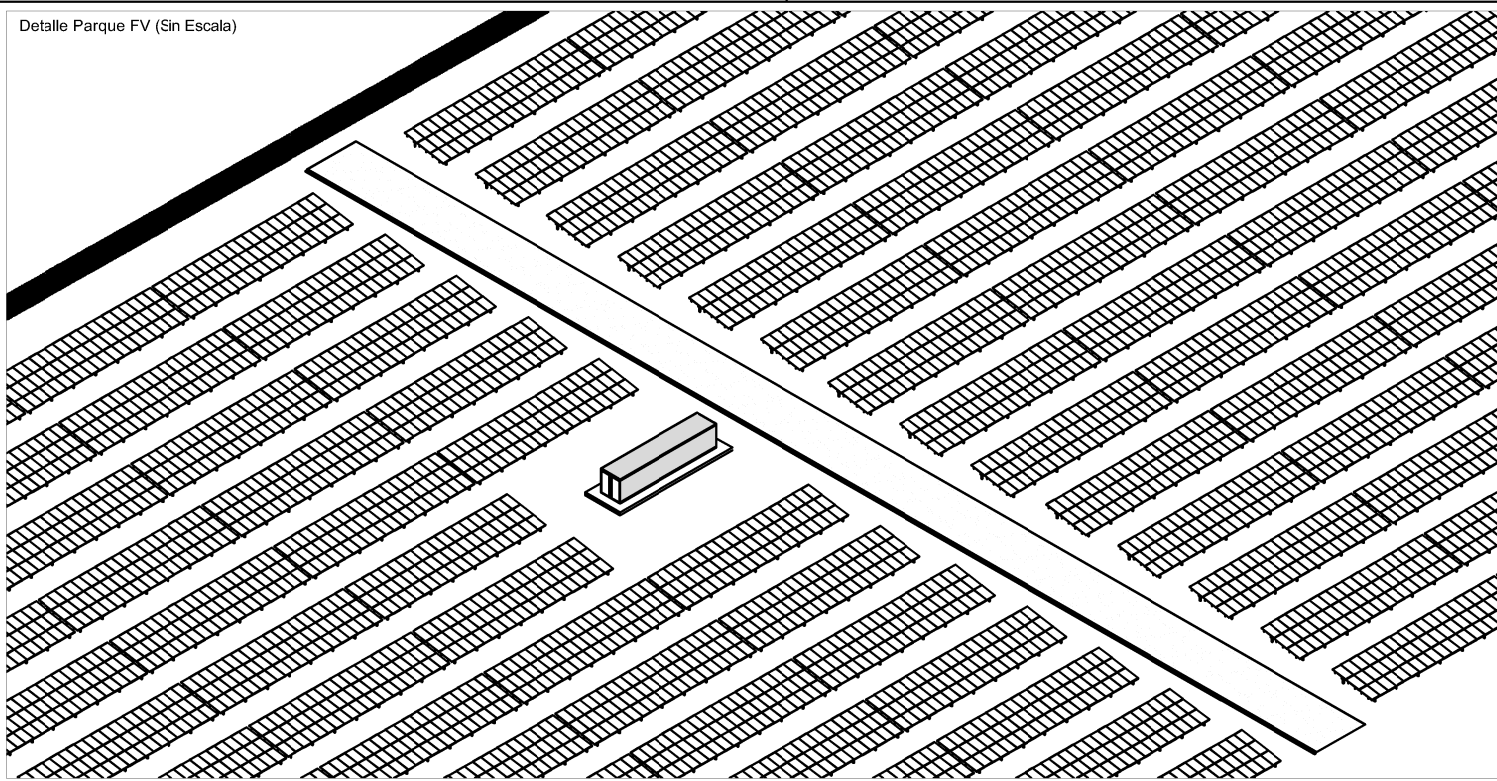


Datos Técnicos  
Potencia DC 7,332 kWp  
Potencia AC 5,600 kWp  
Nº paneles 22,350 ud.  
Modelo YL P325-35b  
Nº Power Stations 2  
Modelo E-PS 2800kVA  
Inclinación 20°  
Orientación 0°

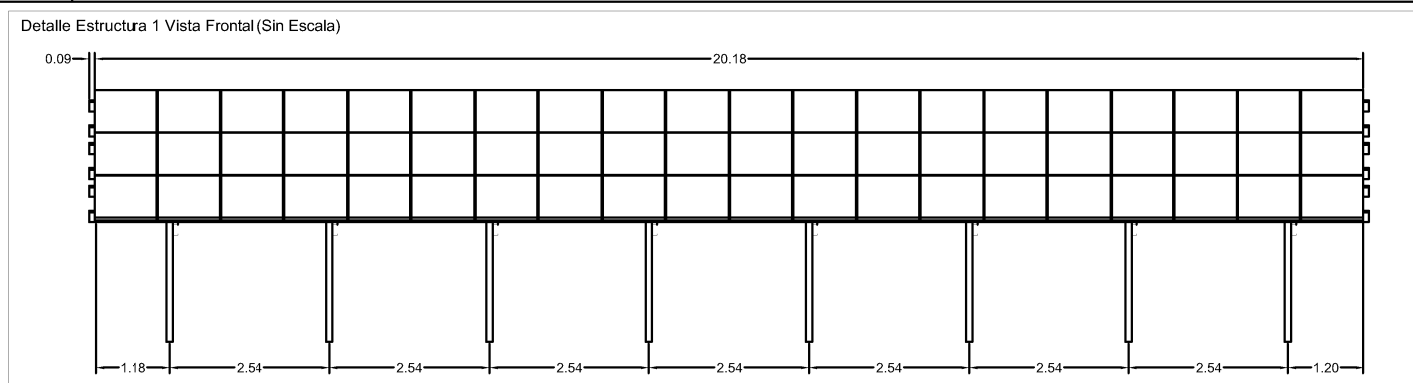
- Leyenda
- Panel Fotovoltaico
  - Zanja CC
  - Zanja AC
  - Equipos Técnicos
  - Valla Perimetral
  - Camino Interno
  - Caja Combinación
  - Cableado de CC

	Fecha	Autor/Tutor	 Análisis de Viabilidad de la Instalación de un Parque Solar Fotovoltaico de 5.6 MW-AC Situado en la Provincia de Lleida
Dibujado	05-05-2017	Hernán Segura Gata	
Comprobado	05-05-2017	Cristian Solé Cutrona	
Título: Diseño Detallado 4			Escala: 1/500
			ID: 07

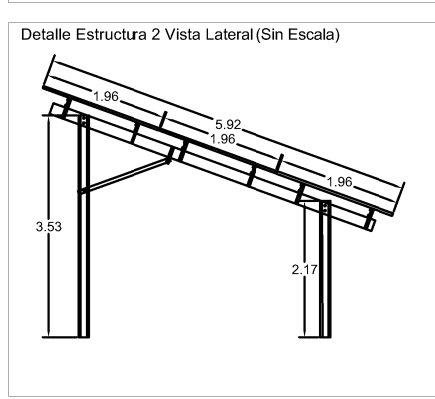
Detalle Parque FV (Sin Escala)



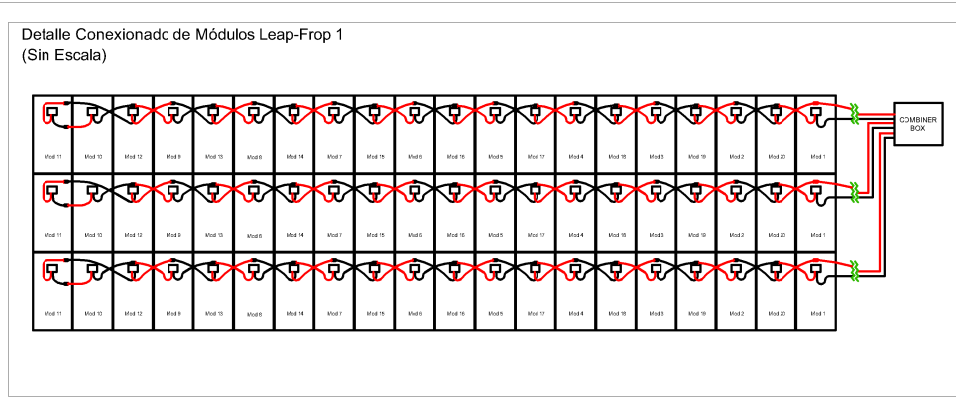
Detalle Estructura 1 Vista Frontal (Sin Escala)



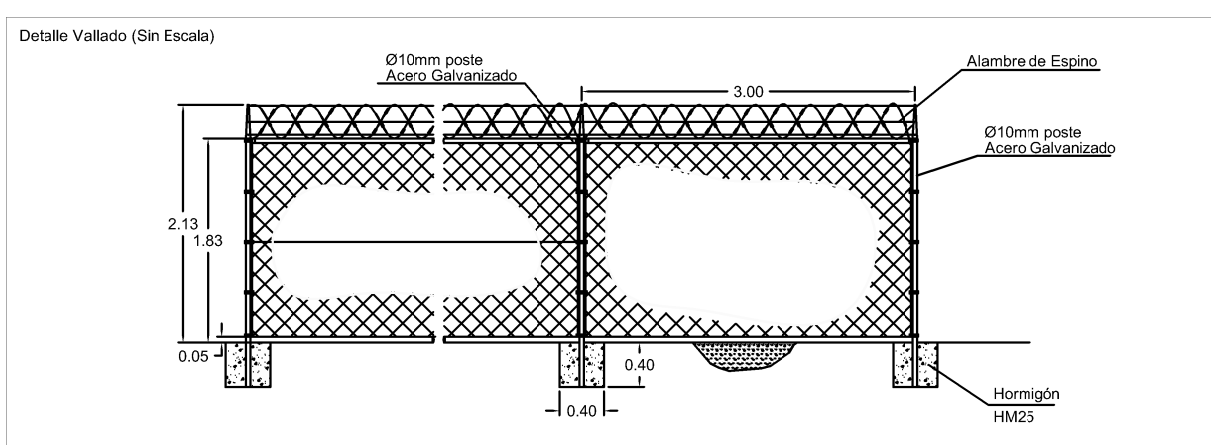
Detalle Estructura 2 Vista Lateral (Sin Escala)



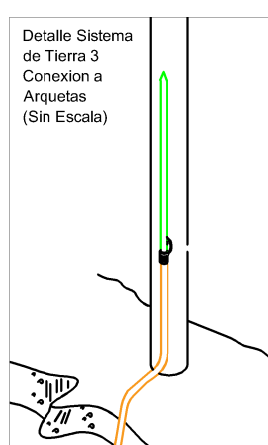
Detalle Conexión de Módulos Leap-Frop 1 (Sin Escala)



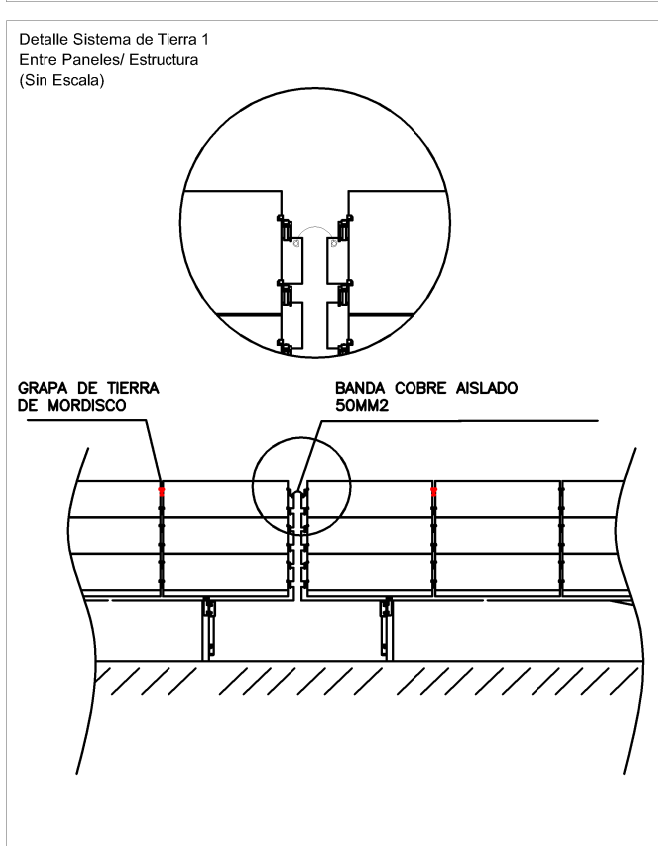
Detalle Vallado (Sin Escala)



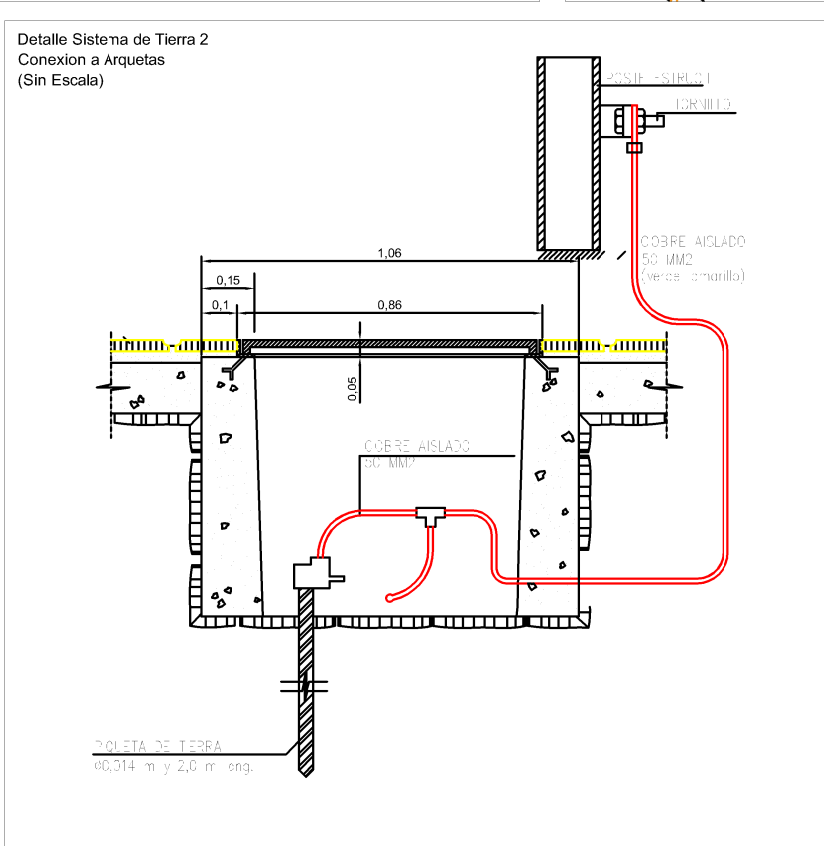
Detalle Sistema de Tierra 3 Conexión a Arquetas (Sin Escala)



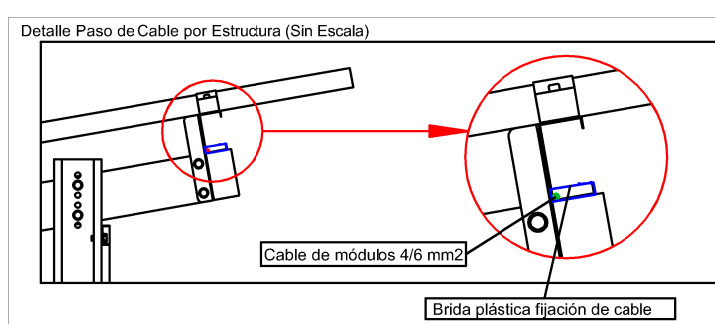
Detalle Sistema de Tierra 1 Entre Paneles/ Estructura (Sin Escala)



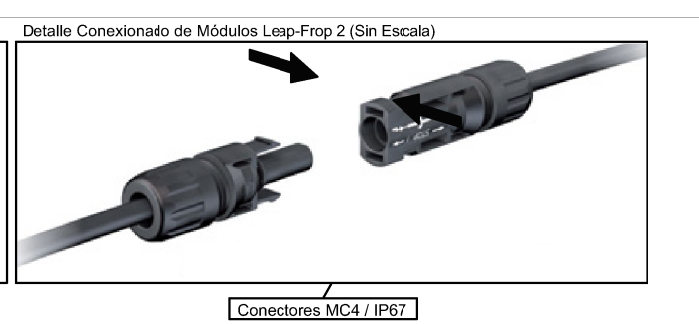
Detalle Sistema de Tierra 2 Conexión a Arquetas (Sin Escala)



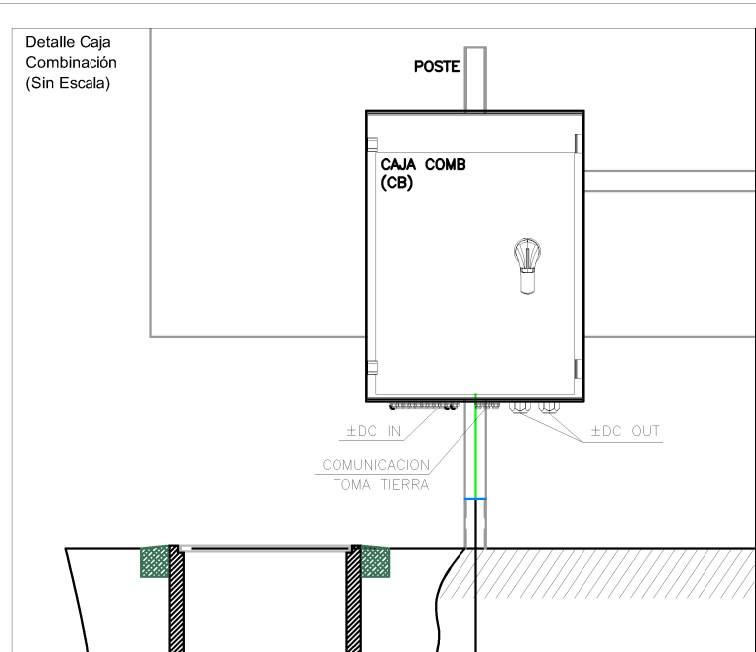
Detalle Paso de Cable por Estructura (Sin Escala)




Detalle Conexión de Módulos Leap-Frop 2 (Sin Escala)

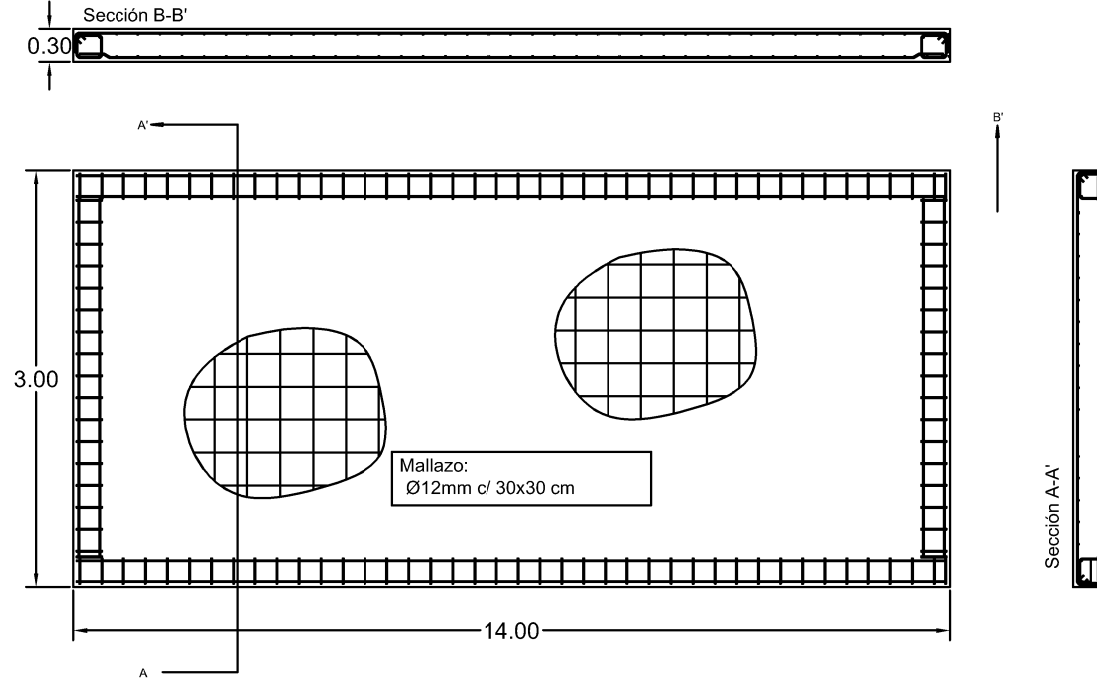


Detalle Caja Combinación (Sin Escala)

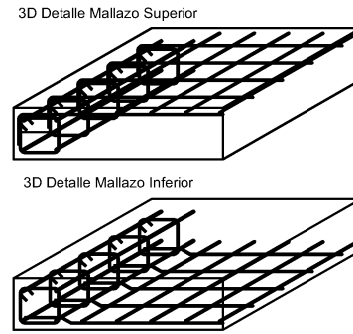


	Fecha	Autor/Tutor	 Análisis de Viabilidad de la Instalación de un Parque Solar Fotovoltaico de 5.6 MW-AC Situado en la Provincia de Lleida
Dibujado	05-05-2017	Hernán Segura Gata	
Comprobado	05-05-2017	Cristian Solé Cutrona	
Título: Detalles del Sistema Fotovoltaico 1			Escala: SE
			ID: 08

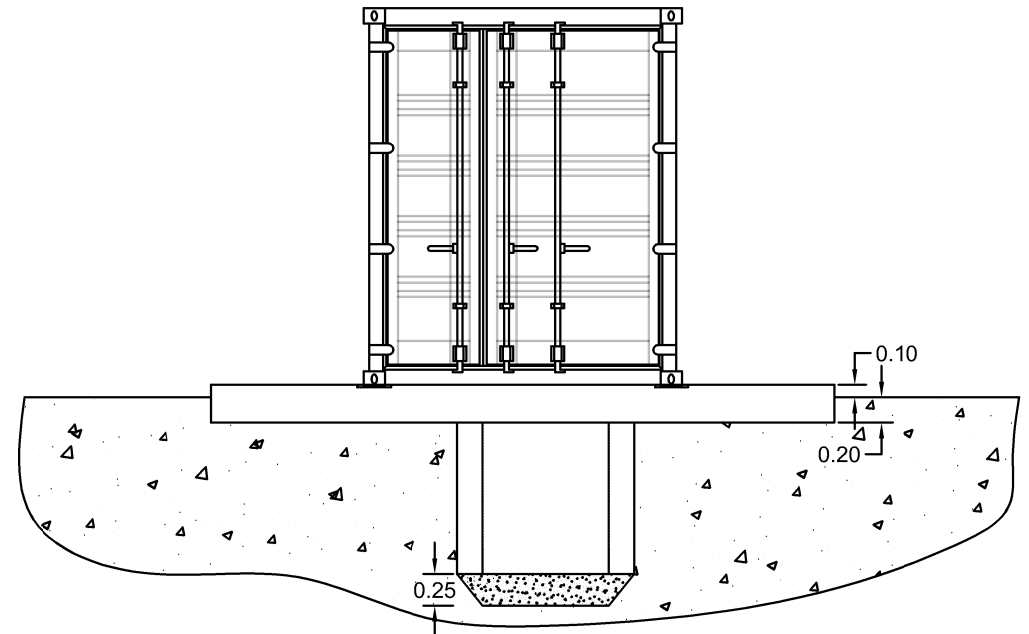
Detalle de Losas para Inversores y Caseta Técnica 1 (Sin Escala)



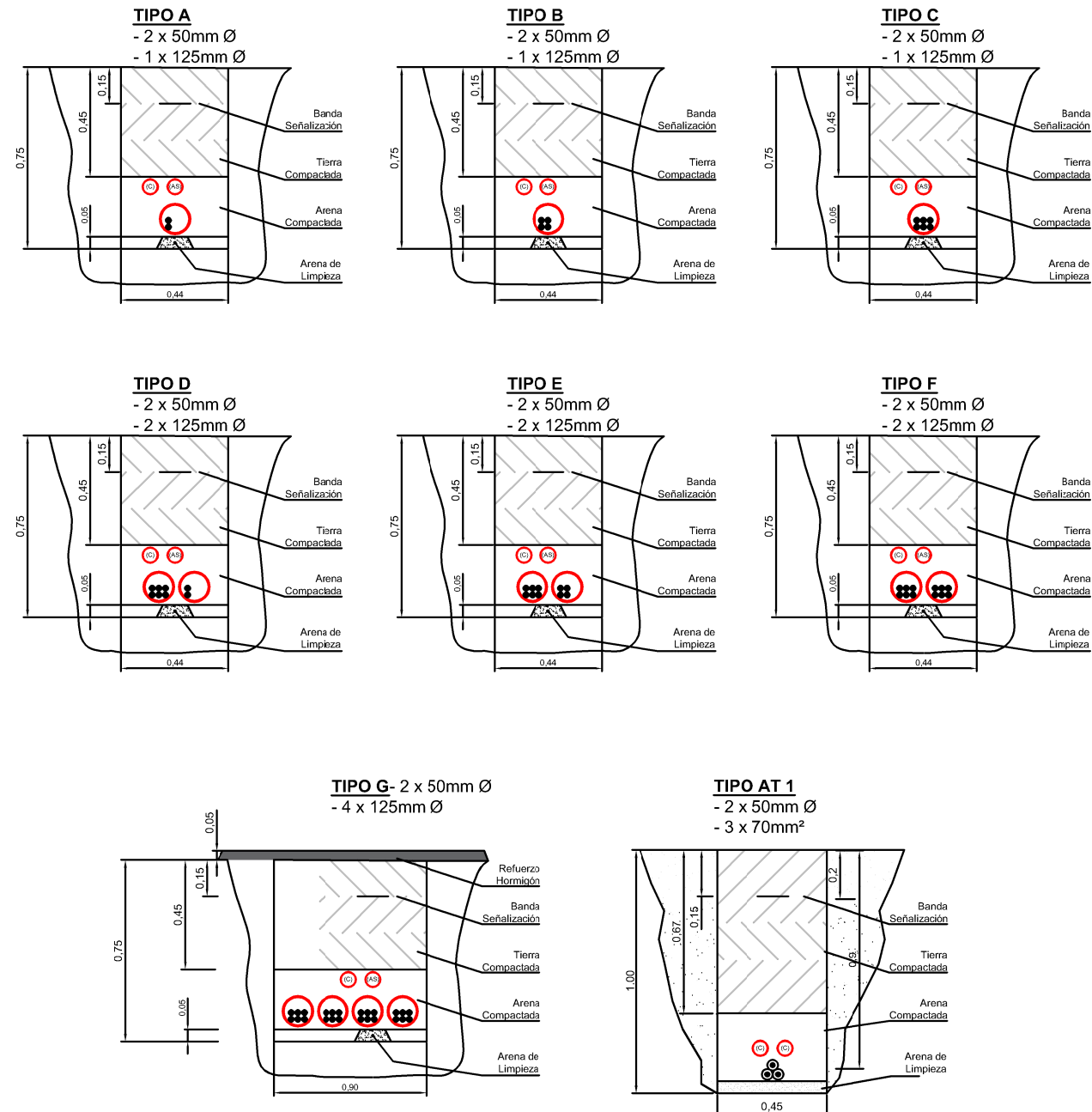
Detalle de Losas para Inversores y Caseta Técnica 1 (Sin Escala)



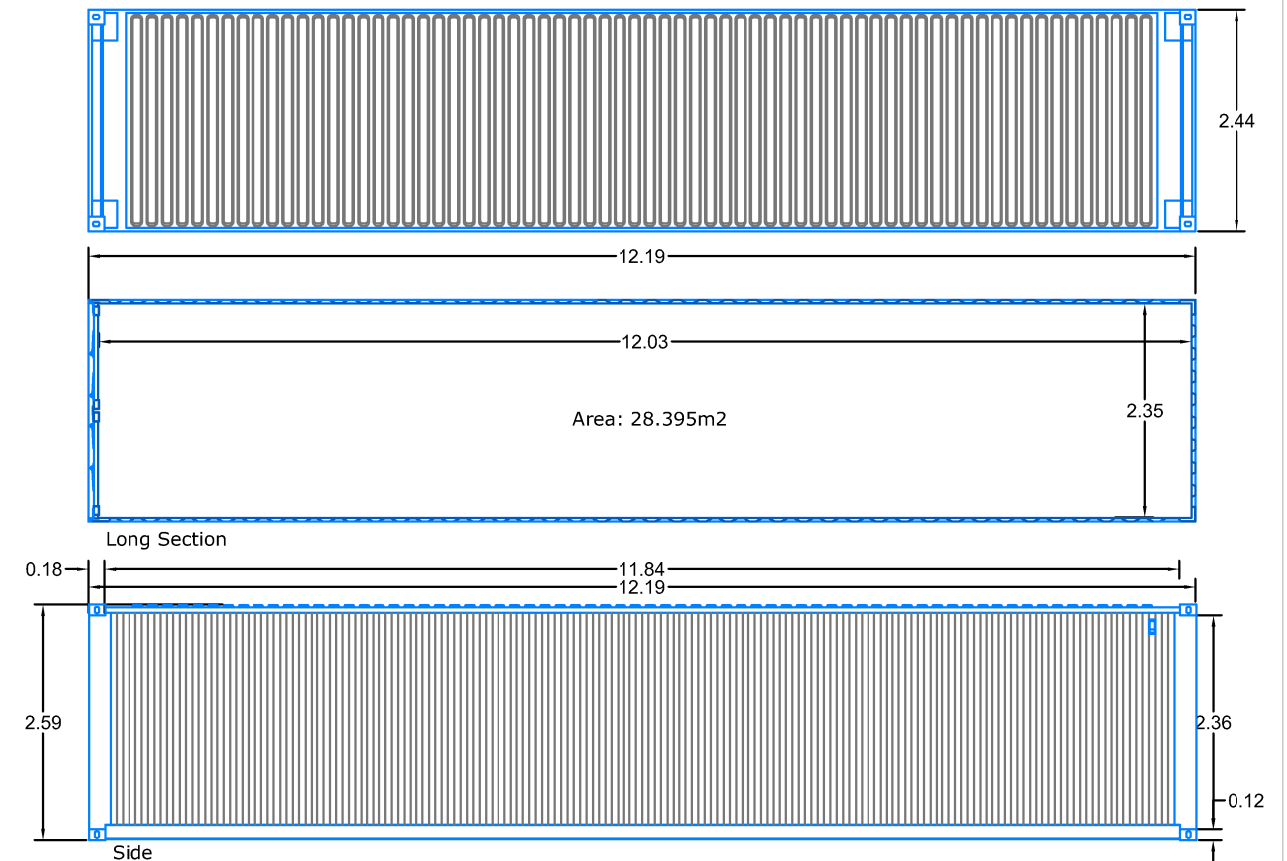
Detalle Inversores y Caseta Técnica 1 (Sin Escala)




Detalle Zanjas (Sin Escala)

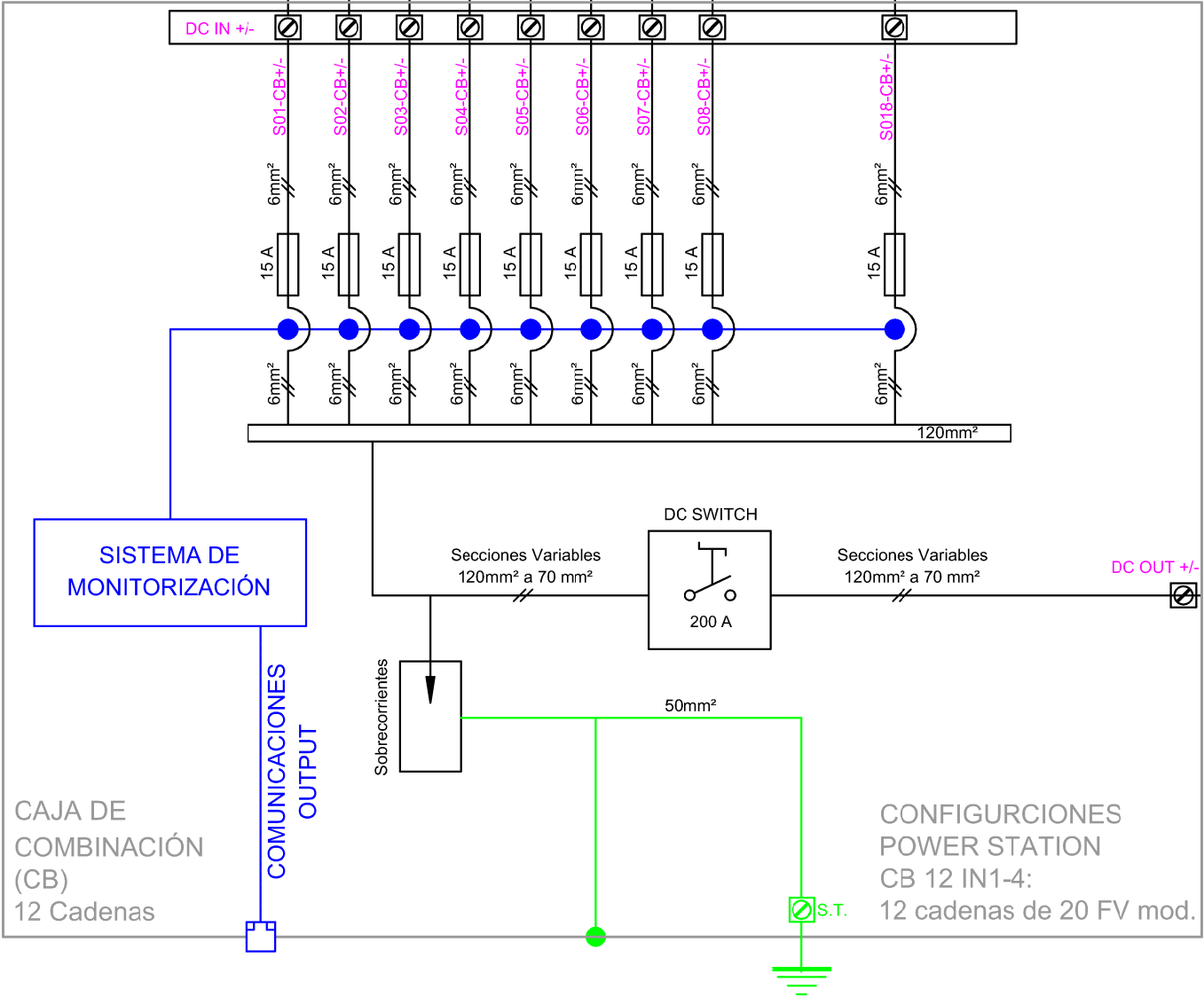
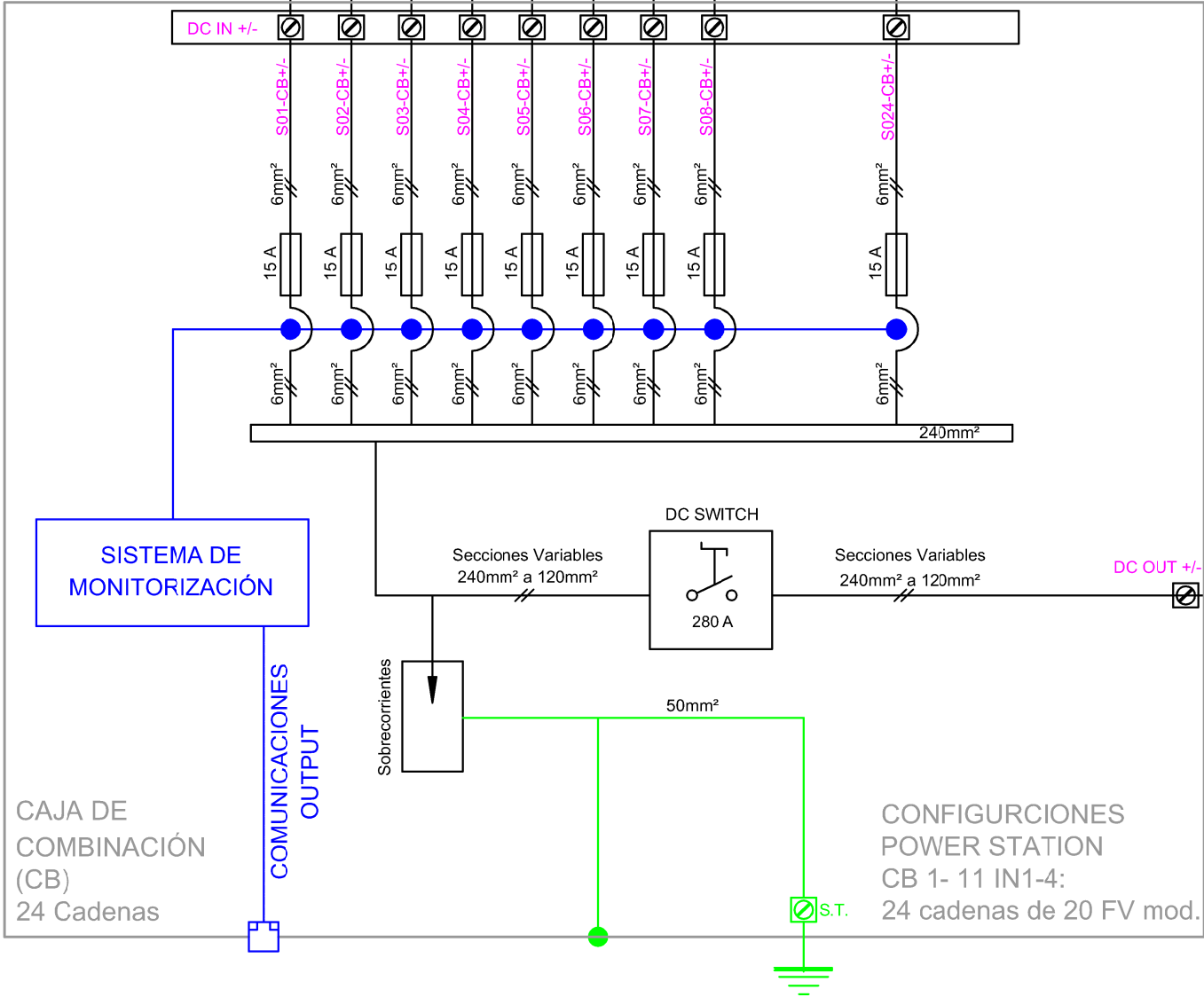



Detalle Inversores y Caseta Técnica 2 (Sin Escala)

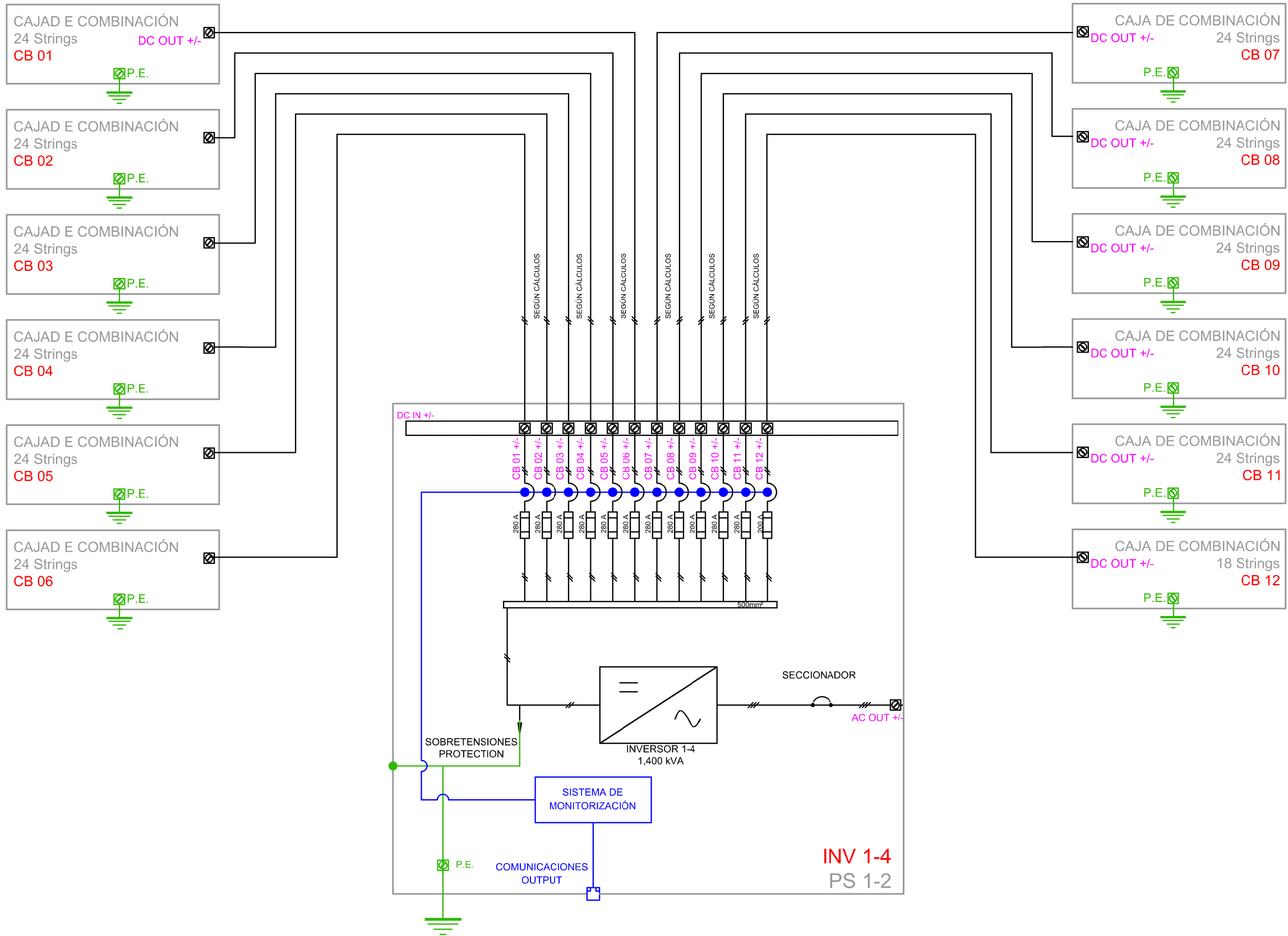



	Fecha	Autor/Tutor		Análisis de Viabilidad de la Instalación de un Parque Solar Fotovoltaico de 5.6 MW-AC Situado en la Provincia de Lleida
Dibujado	05-05-2017	Hernán Segura Gata		
Comprobado	05-05-2017	Cristian Solé Cutrona		Escala: SE
Título: Detalles del Sistema Fotovoltaico 2				ID: 09

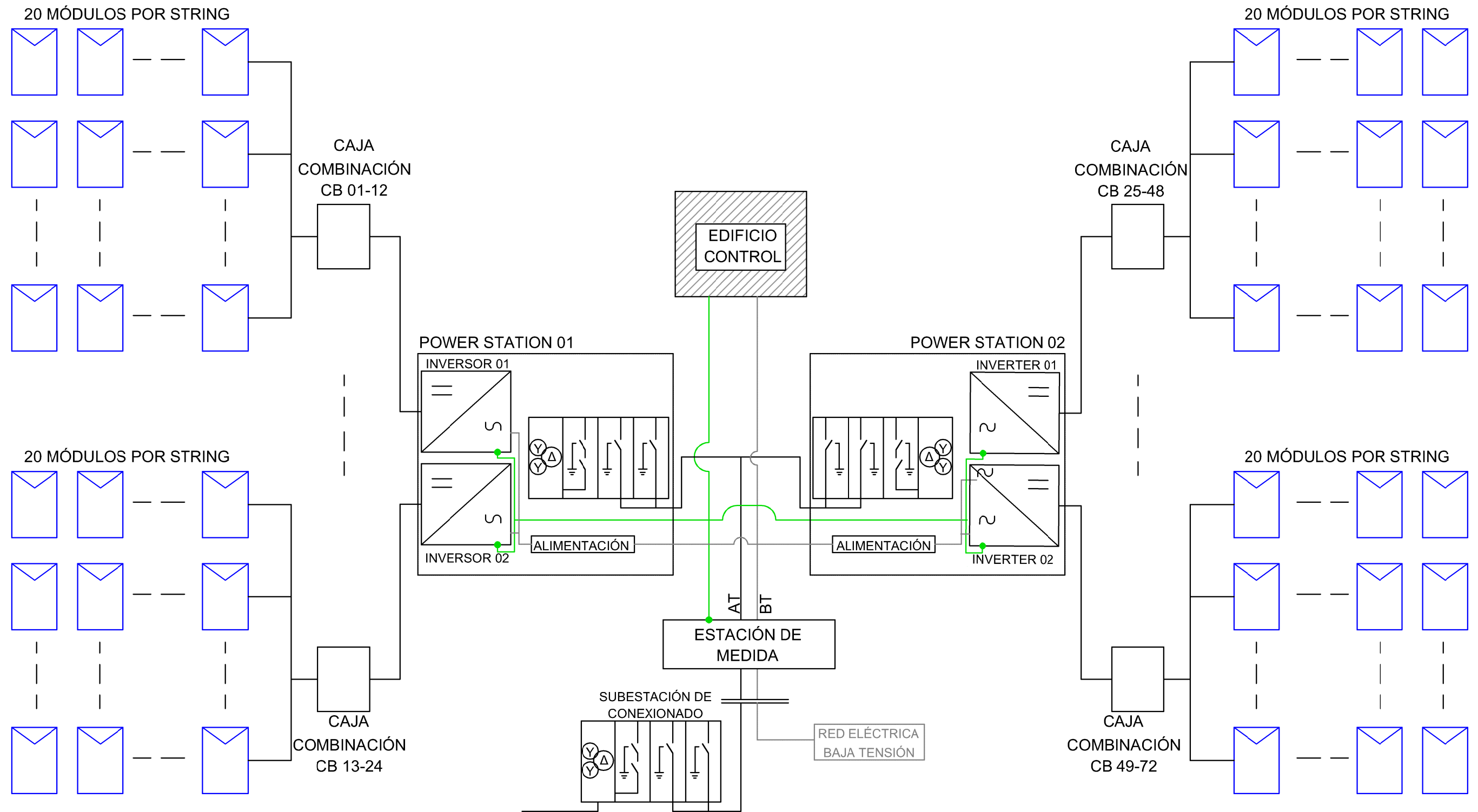





	Fecha	Autor/Tutor	 Análisis de Viabilidad de la Instalación de un Parque Solar Fotovoltaico de 5.6 MW-AC Situado en la Provincia de Lleida
Dibujado	05-05-2017	Hernán Segura Gata	
Comprobado	05-05-2017	Cristian Solé Cutrona	
Título: Esquema Eléctrico 1 - De panel a CB			Escala: <b>SE</b>
			ID: <b>10</b>



	Fecha	Autor/Tutor	 Análisis de Viabilidad de la Instalación de un Parque Solar Fotovoltaico de 5.6 MW-AC Situado en la Provincia de Lleida
Dibujado	05-05-2017	Hernán Segura Gata	
Comprobado	05-05-2017	Cristian Solé Cutrona	
Título: Esquema Eléctrico 2 - De CB a Inversor			Escala: SE
			ID: 11



	Fecha	Autor/Tutor	 Universitat de Lleida	Análisis de Viabilidad de la Instalación de un Parque Solar Fotovoltaico de 5.6 MW-AC Situado en la Provincia de Lleida
Dibujado	05-05-2017	Hernán Segura Gata		
Comprobado	05-05-2017	Cristian Solé Cutrona		Escala: SE
Título: Esquema Eléctrico 3 - Esquema Simplificado				ID: 12



## **ANEXO IV**

### **MEMORIA DE PVSYST DEL PARQUE FOTOVOLTAICO**

PVSYST V6.53		18/02/17		Página 1/4	
Informe Simulación Yingli -Gamesa					
Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación					
Proyecto :		PFM - Parque FV			
Lugar geográfico		PFM Parque FV		País	España
Ubicación		Latitud	41.54° N	Longitud	0.76° E
Hora definido como		Hora Legal	Huso hor. UT+1	Altitud	216 m
		Albedo	0.20		
Datos climatológicos:		PFM Parque FV		PFM Lleida - Synthetic	
Variante de simulación :		New simulation variant			
		Fecha de simulación	18/02/17 13h12		
Parámetros de la simulación					
Orientación Plano Receptor		Inclinación	20°	Acimut	0°
Modelos empleados		Transposición		Difuso	
Perfil obstáculos		Sin perfil de obstáculos			
Sombras cercanas		Sombreado lineal			
Características generador FV					
Módulo FV		Si-poly	Modelo	YL320P-35b	
Custom parameters definition			Fabricante	Yingli Solar	
Número de módulos FV			En serie	20 módulos	En paralelo 1128 cadenas
N° total de módulos FV			N° módulos	22560	Pnom unitaria 320 Wp
Potencia global generador			Nominal (STC)	7219 kWp	En cond. funciona. 6452 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)			V mpp	662 V	I mpp 9752 A
Superficie total			Superficie módulos	43999 m²	Superf. célula 39520 m²
Inversor					
Custom parameters definition			Modelo	Gamesa E-1.4MVA	
Características			Fabricante	Gamesa Electric	
			Tensión Funciona.	590-910 V	Pnom unitaria 1400 kWac
				Potencia máx. (=>25°C)	1500 kWac
Banco de inversores			N° de inversores	4 unidades	Potencia total 5600 kWac
Factores de pérdida Generador FV					
Pérdidas por polvo y suciedad del generador			Fracción de Pérdidas	2.0 %	
Factor de pérdidas térmicas		Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (viento)	3.0 W/m²K / m/s
Pérdida Óhmica en el Cableado		Res. global generador	1.1 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
LID - "Light Induced Degradation"				Fracción de Pérdidas	1.3 %
Pérdida Calidad Módulo				Fracción de Pérdidas	-0.6 %
Pérdidas Mismatch Módulos				Fracción de Pérdidas	1.0 % en MPP
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE		IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Parám. bo	0.05
Factores de pérdida del sistema					
Pérdida CA entre inversor y transfo		Tensión inversor	400 Vac tri		
		Cables: 3x4000.0 mm²	72 m	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
Transformador externo		Pérdida fierro (Conexión 24H)	7097 W	Fracción de Pérdidas	0.1 % en STC
		Pérdidas Resistivas/Inductivas	0.2 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.0 % en STC
Necesidades de los usuarios :		Carga ilimitada (red)			
Auxiliaries loss		Constant (fans)	5000 W	... from Power thresh.	700.0 kW

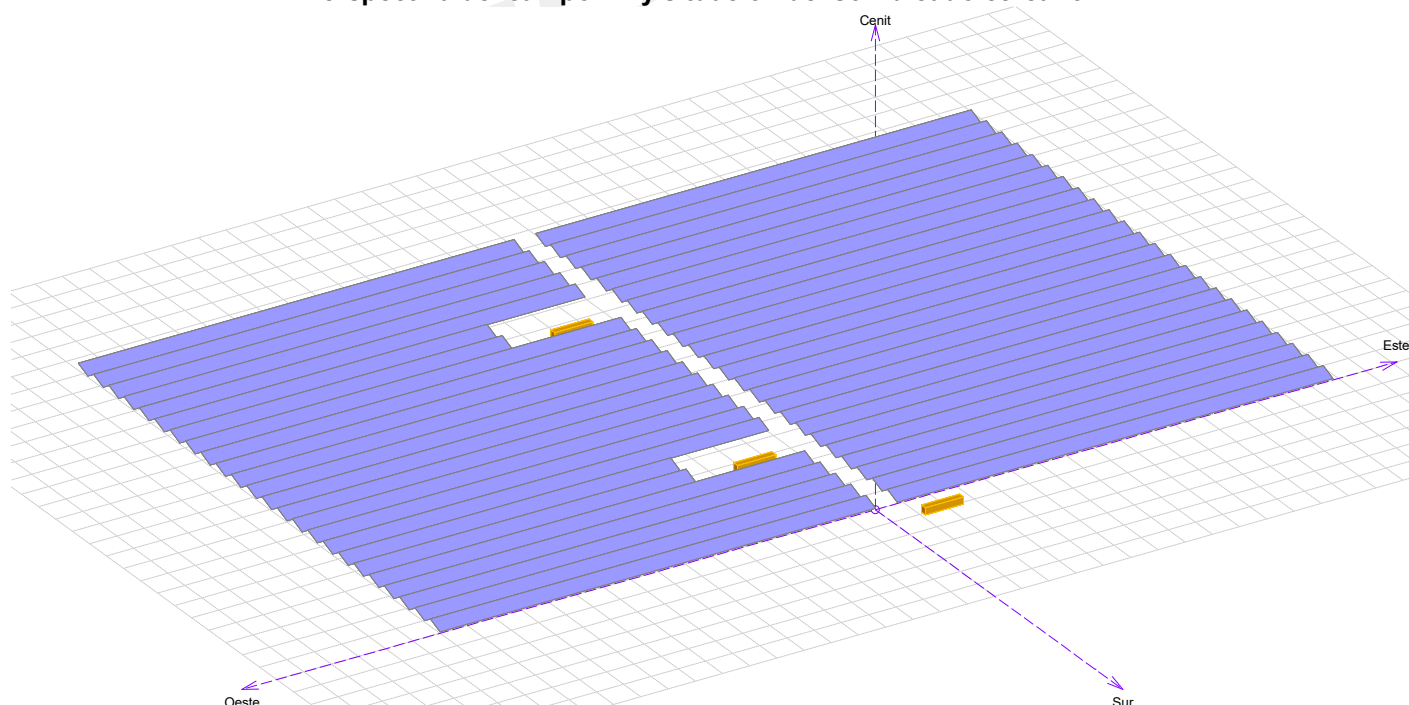
## Informe Simulación Yingli -Gamesa

## Sistema Conectado a la Red: Definición del sombreado cercano

Proyecto : **PFM - Parque FV**Variante de simulación : **New simulation variant**

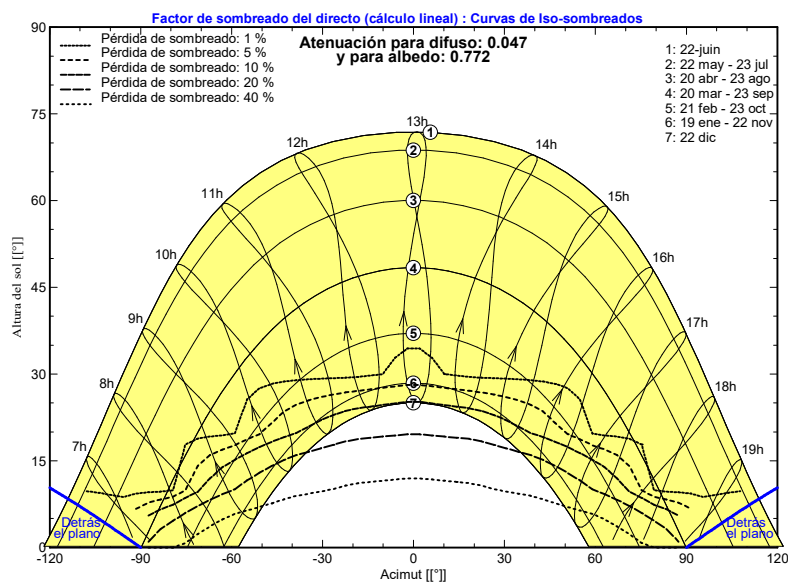
Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
<b>Sombras cercanas</b>	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	20°	acimut	0°
Módulos FV	Modelo	YL320P-35b	Pnom	320 Wp
Generador FV	N° de módulos	22560	Pnom total	<b>7219 kWp</b>
Inversor	Modelo	Gamesa E-1.4MVA	Pnom	1400 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	4.0	Pnom total	<b>5600 kW ac</b>
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)			

## Perspectiva del campo FV y situación del sombreado cercano



## Diagrama de Iso-sombreados

PFM - Parque FV - Hora Legal



## Informe Simulación Yingli -Gamesa

## Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

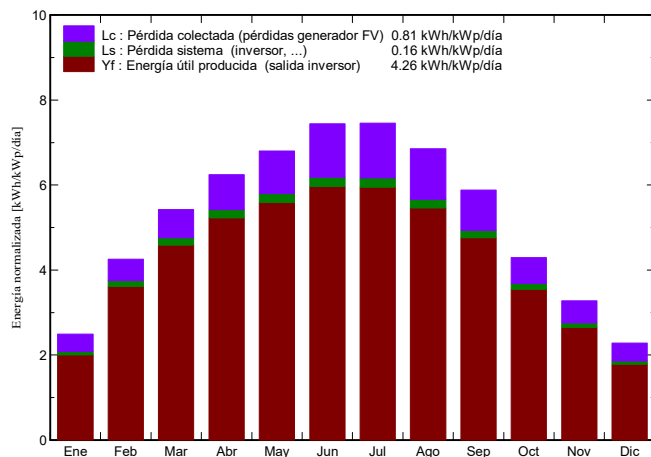
Proyecto : **PFM - Parque FV**Variante de simulación : **New simulation variant**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
<b>Sombras cercanas</b>	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	20°	acimut	0°
Módulos FV	Modelo	YL320P-35b	Pnom	320 Wp
Generador FV	N° de módulos	22560	Pnom total	<b>7219 kWp</b>
Inversor	Modelo	Gamesa E-1.4MVA	Pnom	1400 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	4.0	Pnom total	<b>5600 kW ac</b>
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)			

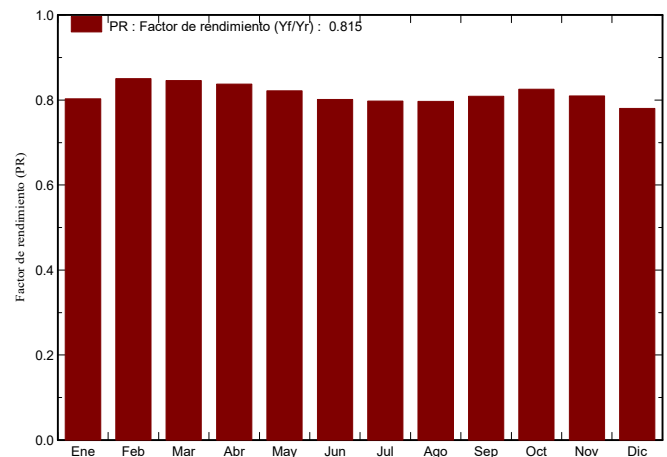
## Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	<b>Energía producida</b>	<b>11234 MWh/año</b>	Produc. específico	1556 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	81.54 %		

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 7219 kWp



Factor de rendimiento (PR)

New simulation variant  
Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	
Enero	53.9	25.20	9.50	77.3	66.9	467	448	0.803
Febrero	87.7	31.00	10.60	119.2	109.4	759	731	0.850
Marzo	138.6	44.40	13.20	168.0	157.1	1065	1026	0.846
Abril	170.3	64.00	15.30	187.4	174.6	1175	1133	0.837
Mayo	205.0	78.60	19.00	210.9	196.1	1298	1252	0.822
Junio	224.6	73.60	23.30	223.2	207.8	1339	1292	0.802
Julio	229.0	68.30	25.70	231.2	216.0	1381	1331	0.798
Agosto	198.4	67.60	25.70	212.5	198.5	1268	1223	0.797
Septiembre	150.3	48.40	22.00	176.4	164.8	1069	1031	0.809
Octubre	104.1	41.50	18.60	133.2	123.1	824	794	0.826
Noviembre	67.5	28.00	12.90	98.3	86.0	597	575	0.810
Diciembre	47.9	23.40	9.69	70.8	59.3	416	399	0.780
Año	1677.3	594.00	17.16	1908.4	1759.6	11655	11234	0.815

Leyendas: GlobHor

Irradiación global horizontal

GlobEff

Global efectivo, corr. para IAM y sombreados

DiffHor

Irradiación difusa horizontal

EArray

Energía efectiva en la salida del generador

T Amb

Temperatura Ambiente

E\_Grid

Energía reinyectada en la red

GlobInc

Global incidente plano receptor

PR

Factor de rendimiento

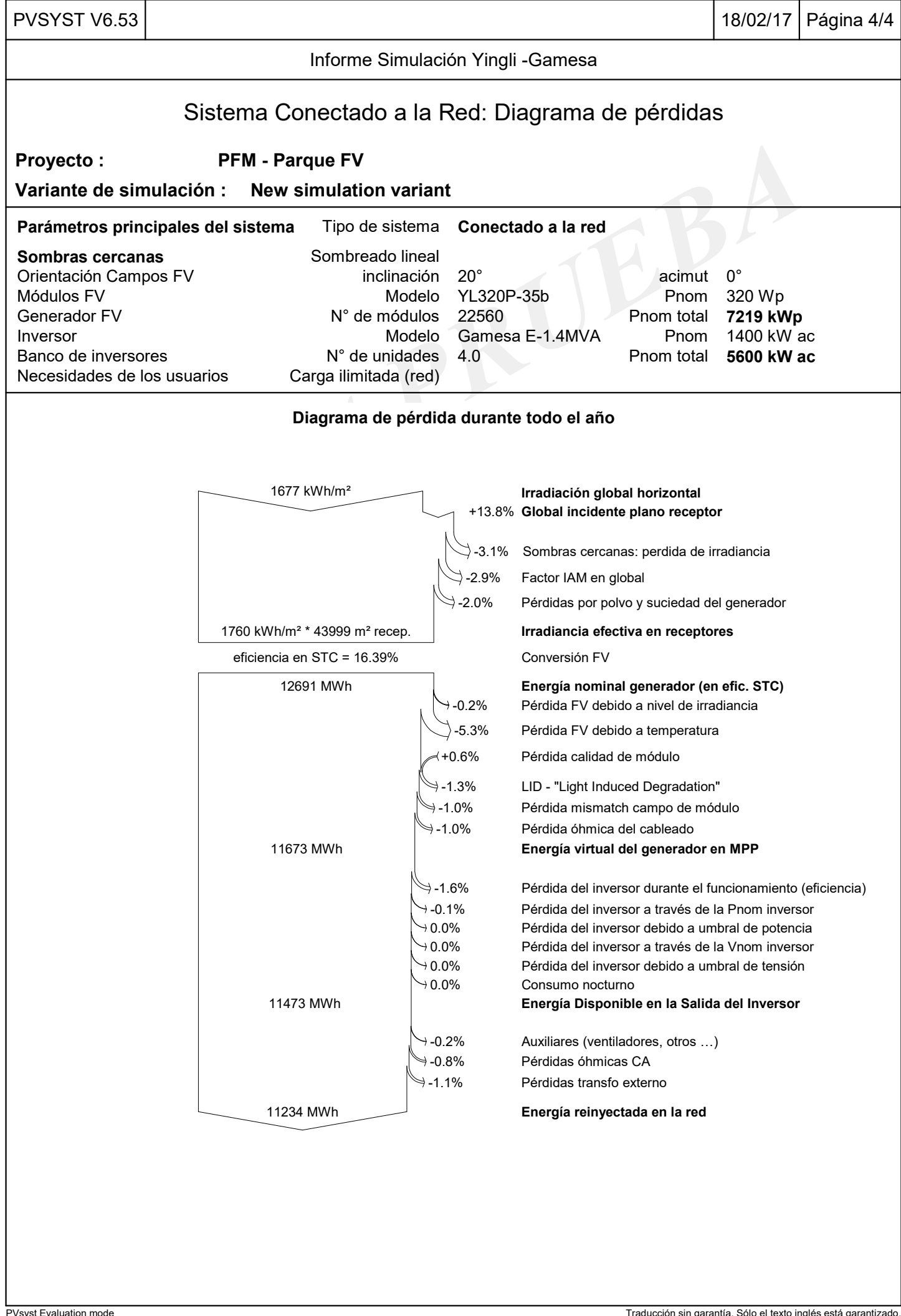


Diagrama de pérdida durante todo el año

1677 kWh/m²

1760 kWh/m² \* 43999 m² recep.

eficiencia en STC = 16.39%

12691 MWh

11673 MWh

11473 MWh

11234 MWh

+13.8%

-3.1%

-2.9%

-2.0%

-0.2%

-5.3%

+0.6%

-1.3%

-1.0%

-1.0%

-1.6%

-0.1%

0.0%

0.0%

0.0%

-0.2%

-0.8%

-1.1%

Irradiación global horizontal

Global incidente plano receptor

Sombras cercanas: perdida de irradiancia

Factor IAM en global

Pérdidas por polvo y suciedad del generador

Irradiancia efectiva en receptores

Conversión FV

Energía nominal generador (en efíc. STC)

Pérdida FV debido a nivel de irradiancia

Pérdida FV debido a temperatura

Pérdida calidad de módulo

LID - "Light Induced Degradation"

Pérdida mismatch campo de módulo

Pérdida óhmica del cableado

Energía virtual del generador en MPP

Pérdida del inversor durante el funcionamiento (eficiencia)

Pérdida del inversor a través de la Pnom inversor

Pérdida del inversor debido a umbral de potencia

Pérdida del inversor a través de la Vnom inversor

Pérdida del inversor debido a umbral de tensión

Consumo nocturno

Energía Disponible en la Salida del Inversor

Auxiliares (ventiladores, otros ...)

Pérdidas óhmicas CA

Pérdidas transfo externo

Energía reinyectada en la red

PVsyst Evaluation mode

Traducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.





## **ANEXO V**

### **TABLAS 8760**

#### **TABLA DE TABLAS**

1. PRECIO ELÉCTRICO HORARIO
2. GENERACIÓN FV HORARIA
3. RENDIMIENTO ECONÓMICO HORARIO

Precio de venta de la energía 2016 (CÉNTIMOS €/kWh)																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
01/01/2016	48,55	40	33,1	28,11	27,13	25,24	19,98	18,16	17,73	19,77	23,75	26,03	27,06	26,59	25	20,06	19,43	24,57	33,11	35,34	33,07	29,52	30,1	24,57
02/01/2016	22,2	16,57	15,35	12,77	11,27	11,91	12,62	14,17	17,73	26,81	35,4	36,1	30,34	31,26	30,99	29	32	39,99	45,5	55,1	59	59,56	51,1	40,66
03/01/2016	30,25	20,1	14,64	10,12	7,14	9,41	4,14	7,08	11,4	17,64	19,99	22,11	22,68	22	19,89	17,75	18,76	21,8	26,76	27,23	25,33	23,65	22,57	21,01
04/01/2016	13,78	9	6,5	5,55	5	8	19,11	31,44	38	40,66	43	42,08	41,23	41,48	40,33	38,8	38	41,21	42,95	41,96	40,81	40,66	37,67	23,9
05/01/2016	24,28	22	13	12,9	12,9	17,69	23,89	32,49	41,45	40,72	40,66	40,33	38,25	36,98	34,91	33,33	35,1	38	42,94	42,92	38,35	34,42	32,99	32
06/01/2016	18,11	12,4	7,88	7	6,5	6,5	7,2	11,11	12,1	17,22	18,89	18,1	13,34	15	13,1	12,4	12,4	17,22	20,01	29,1	29,99	30,42	27,1	18,11
07/01/2016	14,1	8	5,4	4,5	4	5	10	24,11	40,66	41,93	41,62	41,5	40,66	40,33	36,51	33,49	34,19	40,66	40,8	42,1	36,5	34,5	33,49	28,76
08/01/2016	24,36	19,33	16,1	15	15	18,14	25,21	36,46	39,53	37,69	37,66	36,91	36,13	36,13	32,99	32,08	37,16	45	46,97	48,24	49,21	48,57	40,19	36,1
09/01/2016	31,11	29	24,3	23,23	21,96	22,45	23,07	24,03	29	36,13	36,13	35,76	32,01	31,54	27,92	21,69	23	30,32	36,13	35	29	25,01	25,1	22,28
10/01/2016	10	5	4	2,5	2,35	2,3	2,3	2,5	4	5	8	11,1	10,1	12,4	12,4	8,1	8	10,1	25	33	30,66	26,89	26,93	18,1
11/01/2016	5	2,5	2,33	2,3	2,3	2,33	4	20	40	40	38,5	35,01	32,1	34,1	31	31	32	37,21	42,88	40	40,59	40,1	34,1	28,1
12/01/2016	21,51	15	8,5	8,5	9,8	16	24,38	35,92	40,5	42	41,75	40	35,7	35,64	32,4	33	36,08	41,94	54,99	63,29	65,13	63,29	53,8	42
13/01/2016	40,04	30,69	25,13	24,34	24,28	24,33	30,69	46,83	51,76	54,99	54,99	50	46	45,66	40,38	40,04	40,04	43	50,07	49,98	44,5	42	38,09	36
14/01/2016	26,4	17	10	8,5	8	11	23,17	40,16	46,94	46,3	47,51	47,21	48,37	50	45,7	42,99	42,34	47,52	54,1	53,9	47,28	46,02	40,16	35,64
15/01/2016	35,64	28	24,36	23,5	22,94	27	33,4	42,69	47,52	48	48	46,95	44	42,05	39,99	37,65	38	43	48,04	49,98	46	42,7	42,1	40,5
16/01/2016	32,1	29,31	24,02	23,2	19	19	20	25	33,27	38,75	40,35	39	37,06	36,06	33,32	32,1	34,1	39,77	49,5	52,56	50,54	49,98	45,1	40,06
17/01/2016	37,86	34,6	32,12	29,01	24,37	24,36	27,64	29,99	32,4	34,56	37,06	38,1	38,56	38,56	38,56	36,27	34,56	39,49	47,84	51,81	51,19	50,51	46,01	38,79
18/01/2016	38,14	35,66	31,1	25	23,51	23,97	29,1	40	49,98	50,54	50,5	49,18	44,42	44,42	40,5	40	40,5	45,01	54,18	58	55,14	51,8	49,98	46,75
19/01/2016	39,8	36,79	35,87	32	31,83	38,88	43,47	54,1	61,57	62,99	64,54	62,01	58,98	58,53	55,81	55,5	56,21	60	65	66,71	60,03	53,03	49,74	45
20/01/2016	42,21	39,68	36,64	34,47	33,49	37,27	42,04	55,08	61,08	62,5	64,64	61,58	58,6	57,8	54,95	52,42	61,58	62,01	64,98	66	65,33	60,33	52,32	46,57
21/01/2016	41,73	40,1	38,53	37,33	36,62	38,41	42,1	49,77	57	58,51	60	59,99	59,91	57,69	57,99	58,31	57,43	57,11	60	61,33	60,01	46,38	45,82	44,57
22/01/2016	40,45	39,21	37,48	36,07	34,55	34,55	39,8	49,26	52,5	52,51	51,6	51,45	51	52	51,51	50,1	50,1	49,64	53,1	54	53,78	53,1	51,6	44,49
23/01/2016	46,1	42,69	39,5	39,5	39,5	39,1	39	39,5	39,5	42,71	43,5	40,25	42,56	39,75	39,5	39,5	40	45,6	51,97	51,97	51,1	46,1	40,69	
24/01/2016	36,5	34,34	33,49	33	32,98	32,98	32,69	32	32	33,14	33,99	34	34,93	35,49	34,89	34,89	33,4	33,84	36,09	36,59	36,5	36,5	36,26	36,09
25/01/2016	33,64	30,95	24,99	23,12	20,33	24,96	33,34	42,57	48,47	48,1	51,75	52,1	51,89	52,5	50,6	52,29	52,69	54,1	57,48	62,49	62,98	62,49	55,44	52,69
26/01/2016	50,1	44,52	40,72	40,1	39,92	40,1	45,1	50,6	54,62	53,9	54,46	53,12	52,9	52,98	48,86	48,86	47,69	51	53,02	54,9	54,5	53,12	50,35	44
27/01/2016	43,15	38,69	37,69	37,49	36,4	37,69	38,55	40,01	48,42	49,49	50,1	48,86	47,18	47,18	42,65	39,58	39,27	42,65	47,18	49,3	49,49	48,42	45,1	39,27
28/01/2016	39,95	38,25	37,49	37,4	37,31	38,19	39,58	50,35	51,53	51,78	52,99	51,6	51,62	52,69	52,69	52,5	51,62	51,1	51,78	52,99	51,89	51	48	39,95
29/01/2016	40	37,99	35,85	34,98	34,02	35,55	37,69	45,32	49,99	49,94	49,6	48,47	47	49,99	48,95	48	48,68	49,83	50,11	51,6	51,1	50,45	49,95	47,5
30/01/2016	49,5	44,99	42,24	39,92	39,04	38,6	38,19	37,69	37,69	36,8	37,69	37	35,98	36	37,01	35,7	35	35,7	36	37,69	37,49	37,4	37	35,7
31/01/2016	34,5	26,4	20,1	20	15,01	18	20	22	26,1	31,75	35,3	35,6	34,5	35,1	35,1	33,9	33,3	34,6	39,64	47,64	48,98	49,45	47,28	40,62
01/02/2016	38,75	35,01	32,3	31	30,01	32,6	38	49,3	50,28	48,15	47,9	45	40,62	46	45,43	44,1	46	48,15	50,24	55,55	57	55,55	48,4	44
02/02/2016	44,35	38,96	38	37,31	36,69	38,01	40,62	42,35	46,69	47,65	47,65	47,19	47,19	47,19	45,69	45,4	43,46	40,62	41,1	45,69	45,69	43	37,31	33,53
03/02/2016	33,54	32	28	27,69	27	27	28,62	35,94	37,64	37,1	36,49	36	34,9	36,69	35,19	33,54	33,54	33,54	36,69	36,19	36,19	34,06	33,69	32,3
04/02/2016	24,69	20,01	16,52	16,99	15	20	24,32	33,54	37,64	37,5	37,92	37,92	39,9	38,01	38,14	39,5	39,9	42,75	45,69	49,34	47,33	41	37,92	
05/02/2016	37,5	32,4	29,9	29,6	29,5	30	33,54	38,27	39	40,21	41	40,1	40,03	41	40,02	39,33	39,69	40	39,69	44,5	43,53	40,77	38	37,5
06/02/2016	39	32,4	27,6	27,9	28	27,6	27,9	24,3	27,2	35,94	37,2	36,69	28,46	29,1	24,3	20,01	18,51	20	23,15	27,6	30	30,01	24,3	21,69
07/02/2016	15	10,6	8,48	6,23	5,1	5	4	5,1	8	12,4	15,71	15,39	16	13,63	12,4	10,96	13,49	16,64	24,48	29	49,03	35,75	30,05	25,2
08/02/2016	24,8	16,8	12,4	10,13	10	14	21,03	33	35,75	36,69	37,24	37	37	36,63	35,94	35,75	35,94	35,94	35,75	38,5	40	37,2	30	25,8
09/02/2016	22	15	12,5	7	7,2	12,4	18,5	28,26	30,1	30,1	26,5	28,16	27,03	28,69	27,44	26,97	27,24	26,5	30	34,06	30,1	26	24,74	25
10/02/2016	17,75	14,28	13,85	14	14,75	16,2	22,8	30,59	32,05	33,3	33,15	32,26	30,35	27,74	27,44	27,77	28,68	32,1	35,94	41,91	39,43	34,19	32,1	28,3
11/02/2016	23,82	21,48	21	19,94	19,98	21,79	28,63	37,2	43,83	43,79	41,55	37	34,49	34,49	34,69	30	32,1	36	41,02	42	37,2	34	30,33	26,1
12/02/2016	22,81	21,59	20	19,1	15,98	16,5	20	23,19	27,75	30	30,19	29,6	28	26,93	24,1	24,1	24,1	24,1	24,15	30	29,6	26,45	23,3	20,3
13/02/2016	11,3	7,9	5,4	5	4,01	4	5	5,1	5,4	8,25	12,07	11,59	9,25	9,25	7,9	6	6	6,5	8,77	18,1	19,3	19,1	14	11,39
14/02/2016	5	4	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	3	5	6	7	6	6	6	6	4	4	4	6	13	17	17,5	12,4
15/02/2016	12,4	5	4,9	4	4	4,9	7,94	22,1	26,5	29	26,5	23	18,5	18,5	15,9	15,9	17,38	18,5	24,31	36,37	36,37	30	24,31	15,9
16/02/2016	19,89	11,1	9,84	8	9,98	12,4	21,89	34,76	39,03	42,42	37,91	35,72	34,12	32,77	31,7	32,09	34,88	39,81	50,41	52,21	49,9	49,98	42,07	35,24
17/02/2016	36,62	31,8	29,72	27,44	26,62	28	36,1	42,69	44,69	47,33	45,75	42	40	39,98	36,62	36,37	36,37	37,4	40	47	45,44	40	37,08	35,06
18/02/2016	29	25,05	26,18	21,03	19,89	21,97	31,92	42,99	45,47	47,01	46	42,99	39,62	37,99	37,99	37,2	37,66	38,88	42,5	49,89	45	42,99	37,4	34,09
19/02/2016	30,79	26,69	26	22,19	22,37	26,83	32,3	42,99	45,25	45,5	45	42,55	41	41,25	39,69	36,3	36,35	38,85	42,35	48,48	49,31	47,33	41,62	34,5
20/02/2016	35,2	32,79	29	26,89	24,9	2																		



22/04/2016	23,03	20,5	19,93	19,58	19,84	21,11	29,1	34,58	35,38	32,92	32	31	31,03	31,5	30,5	29,19	28,69	29,72	30,74	32,33	42	58	45,98	32,19
23/04/2016	37,69	30,09	24,19	23,69	23,69	23,7	31	39,25	42,49	46,43	45,44	42,49	41,69	39,69	37,69	35,44	34,1	33,23	32,62	31,6	35,69	41	37	32,5
24/04/2016	28,01	22,45	21,47	20,99	20,99	20,9	21,05	21,48	23,62	27,29	26,91	25,76	23,4	21,36	20,42	18,29	16,27	19,13	20,5	21,17	25	27,19	25,05	22,1
25/04/2016	18,21	15,96	12,4	9,44	7,94	7,2	8	7,2	8	10,07	12,4	12,6	11,8	11,88	9,44	7,9	6,37	5,69	6,03	7,94	13,69	24,37	22,69	17,69
26/04/2016	20,69	15	10,5	10	10,44	15	28,31	32,97	34,48	32	30,69	30,85	29,69	29,69	28,31	25	24	25,95	28,41	31,19	31,46	39,98	32,05	30,11
27/04/2016	22,31	21,69	20,96	20,62	21,07	22,73	29,91	34,69	38,01	40,4	38,02	34,51	35	33,86	32,19	28	24,78	25,29	28,92	31,11	31,61	34,64	32	28,7
28/04/2016	31,11	27,01	23,69	22,04	22,17	23,77	31,31	36,7	39,98	41,4	38,7	36,76	35,58	34,19	33,11	29,9	27,4	31,22	32,69	34,61	35,53	40,69	38,29	33,61
29/04/2016	29,03	25,25	24,55	23,28	23,73	25,59	31,7	36,41	37,38	38,29	37,69	37,04	36,07	36	27,46	26,96	26,5	30	34,79	35	35,75	37,19	34,92	30,3
30/04/2016	26,41	25,01	23,99	22,46	22,35	23,47	26,8	30,68	35,19	37,03	36,19	35,19	35,65	35,69	36,19	35,65	35	34,69	32	34,83	35,18	37,69	35,18	31,61
01/05/2016	33,08	29,52	29,4	25,04	24	24	24,22	25,45	26,81	28,69	26,54	24,73	22,71	22,17	21,48	21,17	20,69	20,19	20,79	22	25,61	28,53	27,92	25
02/05/2016	20,11	16,27	12,69	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,96	12,69	12,4	12,4	12,55	12,96	13,69	12,4	10	9,69	7,5	9,95	13,46	22	21,19	18,55
03/05/2016	21,9	17,69	15,89	15,25	15,25	16,56	20,71	20	25	27,19	29,85	29,7	28,84	28,53	27,03	25,72	26,94	29,06	30,01	28,84	31,55	33,15	28,84	22,08
04/05/2016	22,69	18,69	16,99	15,89	15,46	15,89	18,19	26,19	30,01	27,9	27,9	29,67	31,55	29,72	30	28,11	28,16	28,01	28,51	31,69	32,1	32,8	31,7	28,69
05/05/2016	24,56	22,04	21,95	21,69	22,14	23,59	31,47	35,05	35,97	32,79	32,15	32,49	33,69	33,69	34,01	33,6	33,69	36,01	33,69	33,5	36,42	43,51	36,15	33,15
06/05/2016	34	32,01	28,53	26,95	26,95	28,69	33,69	36,01	36,31	39,98	41,49	40,69	41,49	41,49	40,93	40,09	39,98	39,98	36,6	36,21	36,45	39,3	36,51	36,21
07/05/2016	37,69	33,69	33,43	32	31,45	32,3	34,74	37	37,69	39	39	38,75	39,25	39	38,5	37,03	35,5	35,46	35,69	34,74	35,5	37,69	36,01	35,2
08/05/2016	30	22,73	18,69	19,01	20,1	20,96	20	19,88	21,03	25,69	27,69	23,69	22	18,55	17,29	16	17,25	17	18,4	21,43	19,93	20,44	20,55	18,69
09/05/2016	6,63	5	4,5	4,99	4	3	2,91	2,79	4	4,5	4	4,5	4,04	4,55	4,5	4	3	3,19	5,69	7	7,19	12,89	12,99	11,1
10/05/2016	8	6,5	5,4	5,4	5,81	7,5	15	29,01	30,75	31,24	31,03	29,01	31,65	32,5	29,85	25,54	24,16	25,54	27,12	29,31	31,28	36,07	30,98	23
11/05/2016	22,55	21,09	19,61	19,33	19,87	21,56	28,5	31,87	36,66	38	36	39,39	37,43	36,62	32,82	29,21	28,76	30,69	31,93	32,5	32,25	39,48	34,25	31,18
12/05/2016	22,4	20,54	18,13	15,13	14,29	16,35	20,81	24,25	34,01	34,94	32,86	31,87	32,12	32,09	32,36	29,91	29,19	31,62	30,01	31,32	34,69	39,48	35	30,01
13/05/2016	22,59	17,89	15	14	12,5	13	15,85	22,49	26	30	30,1	30,42	29,1	28,81	27,44	26,69	25,19	25	24,69	23,71	27,94	31,69	28,11	22,59
14/05/2016	22,94	20,59	14,9	12	10,25	10,5	13,3	22,69	24,69	27	26,63	25	25	23,19	20,59	15	10,25	10,25	10,25	16,69	21	25,03	24	22,4
15/05/2016	11,69	10,31	10,44	9,71	8,39	8,6	9,91	10,11	10,01	10,21	10,69	11,69	12	11,41	10	8,27	6,69	9,91	10,01	10,31	12	16,79	16,79	12,4
16/05/2016	14,19	12,4	10,44	10,16	9,19	9,56	8,19	6,69	7,5	8,42	9	8,76	10,16	8,19	4,91	5	4	5,69	9,37	9,69	14	22,95	24	16,69
17/05/2016	23,51	18	17,03	16,27	15,57	17,19	17,69	20	24,69	26,78	26,19	25,69	26,69	25,98	24,98	23,69	21,69	21,51	24	27,16	28,37	32	32,41	28,53
18/05/2016	30,79	24	22,82	21,72	21,76	22,91	29,95	36,36	38,01	37,21	36,19	35,69	36	35,19	34,47	34,11	32,69	33	34,64	34,92	36,76	38,41	35,57	31
19/05/2016	32,01	27,69	23,89	22,92	23,31	25	31,12	37,06	39,48	36,81	35,41	35,69	34,21	33,38	31,69	30,85	31,32	31,69	31,5	30,01	34,61	34,95	33,09	30,94
20/05/2016	25	22,91	22,23	21,85	22,29	23,9	31,58	38,01	39	36,81	34,61	33	34,69	35,41	34,61	32,71	31,91	32,35	32,69	33,69	34,96	33,85	32,08	30,69
21/05/2016	31,15	23,42	22,15	22,05	22,22	26,69	27,71	33,07	34,97	34,44	34,27	34,26	34,61	34,27	34	33	33	32,69	33,92	34,06	34,84	35,27	34,64	
22/05/2016	25,45	23,49	22,6	21,26	20	19,38	20,03	20,88	21,5	22,32	20,79	19,04	18,4	16,81	15,3	13,29	11,19	15,69	20,1	20,79	21	23,85	27	22
23/05/2016	17,79	12,03	9,39	6,99	5,49	3,31	3	3,45	5,4	6,99	7,06	8,28	8,2	5,86	4	2,3	2,5	4,94	6,01	11,19	12,4	26,11	27,9	25,56
24/05/2016	22,67	20,89	19,51	18,69	17,02	20,69	29,98	34,51	39,15	37,7	36	35,94	33,91	33,54	32,5	32,78	31,96	31,68	32,49	33,09	34,7	36,61	35,61	33
25/05/2016	33,2	33,07	31,64	27,21	25,81	28	32,01	34,38	37,09	36,19	36,94	36,06	33,09	33	32,69	30,92	29,12	29,8	31,25	32,2	31,64	32,38	32	29,85
26/05/2016	34,38	33,05	27,01	26,11	26,11	28,69	34,25	35,8	39,2	36,53	36	35,05	35,9	35,69	36,2	36,07	36	36,23	35,8	36,61	36,76	41,01	37,69	36,2
27/05/2016	37	37,01	36,19	35,45	35,35	36,01	37,01	36,19	37,59	37,4	36,69	36,19	36,19	35,69	36,5	35,69	35,45	36,19	36,45	35,27	36,19	38,44	37,55	36,5
28/05/2016	40,2	40,09	40,09	40	40,09	40,09	37,48	36,19	40,03	38,29	37,19	35,69	34,24	33,44	33,5	32	30,46	33,42	32,91	33,2	32,19	35,66	35,47	32,8
29/05/2016	28,92	26,03	22,79	22,16	22,24	22,16	22,56	24	26,57	28,95	28,39	27,55	25,45	23,2	21,87	20,8	19,72	17,86	17,87	18,1	22,24	26,06	29,4	25,18
30/05/2016	17,69	12,4	11,19	9,84	7,63	6,16	6,33	6,66	6,24	7,21	11,19	13,19	13,05	12	12,4	8	5,48	7,07	9,05	12,94	17,45	26	35,81	29,4
31/05/2016	32,95	28,75	27,25	27,85	27,6	30,95	32,95	34,94	38,25	38,04	37,99	38,04	39,07	40,09	39,01	38,01	37,19	36,7	36,15	35,7	36,52	40,09	37,86	35,7
01/06/2016	38,02	36,82	35	32,29	31,9	32,19	37,84	41,05	42,01	40	39,03	38,45	38,89	38,89	37,91	37,91	37,91	37,91	37,91	37,91	38,29	40	38,65	36,44
02/06/2016	37,91	33	31	27,09	27,09	31	33,6	38,29	40,87	41	40,44	40,51	39,79	39,94	39,5	38,83	39,19	39,5	39,01	38,69	39,01	40,5	40,5	41,83
03/06/2016	40	37,19	35,69	35,01	35,01	35,94	40	40,69	41	40,5	41,01	41	41,01	41,5	41	40,6	40,5	41,5	41,5	41,5	42,72	42,7	41,5	37,69
04/06/2016	43,04	41,19	40,77	40,92	40,69	40,92	41,93	42,5	44,5	43	42,5	42	42	42	40,79	39,07	37,3	37,5	35,89	35,01	35,94	40,7	41,89	41,5
05/06/2016	42	41,35	43,36	41,02	40,01	40	40	40,07	39,55	39,07	36,69	38,38	38,69	39,23	40,69	39,69	38	36,69	36,69	39	38,79	41,7	42	40,69
06/06/2016	41	40,24	39,19	38,69	38,69	38,69	39,19	38,69	39,59	40	40,23	37,69	38	38,01	40,23	40	38,19	37,69	37,59	39,19	41,02	44,63	45,5	42
07/06/2016	46,69	44,5	42	41,02	41,02	42,69	44,69	47	47,43	43,78	43,42	43	43	42,01	46,1	44,69	44,69	46	45,75	42,57	44,02	46,5	45,75	46,5
08/06/2016	48,7	45,43	45	44,69	42,83	43,04	45	49,98	49,5	45	45,69	45	45,69	45,69	45	45	45,75	47,51	45,75	44,91	44,5	48,25	49	44,69
09/06/2016	40	36,49	35,69	36,49	36,49	36,75	40,51	47,44	49,98	42,56	41,47	42	43,62	42,55	41	40,91	42,98	43,1	44,23	45	47,77	49,62	49,09	44,98
10/06/2016	40,16	39,42	36,49	35,67	33,96	36,49	39,52	44,58	49	44	43	43	44,03	43,5	41,64	43,42	42,5	42,55	42,5	41,02	40,51	42	46	40,16
11/06/2016	47	43,03	39	36,2	35,41	34,3	40	43,03	46	45,49	45	41,9	41,5	41,02	36,2	36,34								



14/08/2016	45	43,51	41,6	41,6	40,21	40,21	41,61	40,32	43,69	44,65	44,69	44,69	45	44,5	42,69	40	38,35	36,92	35,85	36,47	38,6	42,53	40	41,6
15/08/2016	43,51	38,35	37	35,52	35,42	35,52	36,15	34	35	35,6	35,52	38	38,35	39,48	40,01	38,77	39,48	38,35	39,79	39,48	41,5	46,53	47,03	44,01
16/08/2016	41,65	38	36,01	35,52	34,49	35	35,52	39	39,95	43,19	44	44,65	44,48	44,69	44,69	43,69	42,01	43,05	40,01	39,48	41,6	47,19	47,89	45
17/08/2016	48,95	47,91	46,35	45,69	44,9	44,45	45,11	43,85	44,69	46,03	45	44	44,69	44,69	43,74	42,06	41,7	43	43,53	44,57	44,69	46,19	44,69	44,69
18/08/2016	47,1	44,69	43,72	40	40	40	41,15	40	44,03	45,33	44,79	44,6	45,33	45,66	44,5	42,36	42	42	43	44,37	44	45,33	44,84	44,6
19/08/2016	44,12	41,58	40	37,92	37,92	38,47	42,1	40	43,85	45,66	43,74	43,9	45,6	46,16	45,46	44,5	44,69	45,58	44,79	45,66	45,66	47,62	45,8	44,69
20/08/2016	44,79	44,6	41,68	39	38	37,63	42	40	44,21	46,1	43,24	42,1	44	44,01	43	41,1	42	42,35	41,67	41	42,1	45,6	42,1	40,83
21/08/2016	47,69	46,93	44,6	41,3	39,5	38	38	34,97	37,26	41,1	35,4	35,69	36,07	37	36,81	36	35,69	35,69	37,1	38,97	41,85	44,5	43,85	41,5
22/08/2016	38,01	33,79	32,69	32,2	31,9	31,7	31,48	31	31,5	32,2	32,5	33,69	35,69	40,1	43	41,79	39,5	37,4	38	40,5	43,53	47,69	47,01	41,79
23/08/2016	40,5	35,12	33,44	33,44	32,94	33,39	37,92	40,1	43,02	44,6	44,57	44,1	44,57	46,1	45,5	45,1	45,1	44,2	42,67	42,1	43,5	46	44	41,17
24/08/2016	42,35	40,02	37,59	36,33	35,69	36,33	39,1	42	44,32	45,19	44,21	44	44,1	43,95	42,45	41,69	41,07	40,2	41,6	42	44,1	41,93	38,1	
25/08/2016	42,86	40	38,01	38	37,92	38	41,5	42	43,69	44,6	43,89	42,15	43,5	43,05	43,2	42,1	41,94	41,73	41,63	42	43	44,7	43,5	41,5
26/08/2016	41,1	39,79	37,59	37	36,33	37,47	40,03	41,34	42,12	43,89	43,69	42,03	42,69	42,45	42,21	42,69	42,69	42,2	41,7	42	43,11	45,09	43,6	42
27/08/2016	40,69	38,23	37,47	35,69	35,69	36,1	38,23	39,41	41,61	44,02	44,53	43,8	43,79	44	44,1	43,5	43,36	43,6	43,35	44	43,87	45,1	43,6	42,32
28/08/2016	44,69	44,25	42,12	40,16	38,84	38	37,59	36,79	39,96	42,32	42,21	42,2	41,7	42	42,21	41	39,24	39,7	41	42,35	43,35	45,19	43,79	42,32
29/08/2016	44,19	41,24	41,1	40,69	40,49	40	39,96	38,1	39	41,85	42	42	42,12	42,32	42,32	40,49	36,41	35,3	35,46	37,61	41,21	44,69	44,59	42,69
30/08/2016	39,96	35,3	35,26	34,7	33,79	34	36,66	40,26	42,11	44,19	44,69	44,69	45,69	46,19	45,46	44,69	42,69	43,35	44,41	43,86	44,69	45,89	43,52	40,4
31/08/2016	37,21	35,3	34,7	33,7	33,69	34,7	36	40,59	43,82	47,85	47,19	47,47	47,65	47,9	47,9	47,65	46,7	46,69	47,05	47,69	46,3	46,69	45	43,1
01/09/2016	43,3	41,95	40	39,01	38,76	39,74	43,35	43,35	45	46,69	46,6	45,69	45,82	46,6	46	45,71	45,65	44,82	44,35	45,66	45,65	45,82	43,35	39,6
02/09/2016	37,76	36	35,26	35,26	35,47	39,6	44,4	45	46,7	46,7	45,69	45,15	45,68	44,78	43,6	44,35	45,22	45,69	45,76	46,74	47,19	44,4	41,24	
03/09/2016	45,02	44	43,35	42,8	42,65	43,6	46	46,69	47	47,5	47,19	46,89	47,19	47,19	46,2	45,76	45,69	45,68	45,5	45,51	46,69	47,19	45,59	43,1
04/09/2016	44,69	43,6	43,49	43,27	43,35	43,35	43,3	41,5	43,82	43,35	42,74	42,21	42	41,5	40	38,66	38,74	40,45	43	45,44	46,69	44,69	43,35	
05/09/2016	43,35	43,35	43,35	41,95	40,92	40,5	40,65	40,45	39	43	42	41,4	41,37	41,9	40,96	37,95	36,96	36,96	36,85	39,53	45,11	48	46,89	45,51
06/09/2016	45,37	44	43,02	42,26	41,95	43,49	45,69	47,19	47,98	51,03	50,86	50,33	49,14	48,81	47,83	47,25	47,25	47,75	47,87	48,02	51,01	50,6	46,89	45,35
07/09/2016	47,38	47,25	46,01	45,6	45,35	45,37	47,38	47,87	48,48	49,89	49,36	49,21	49,21	49,4	48,48	47,87	47,69	47,8	49,21	50,69	52	51,19	47,6	45,69
08/09/2016	49	48,69	48	47,8	47,38	47,87	49	50,19	50,65	51,56	51	50,69	51	50,69	48,69	47,87	47	46,43	47,25	47,87	50,5	51,05	45,72	44
09/09/2016	42,86	40,41	38,12	37,69	38,12	39	44,34	45,35	46,29	47,78	47,69	47,39	47,87	47,89	47,04	46,29	45,72	45,43	44,59	45,35	47,01	47,89	45,35	42,21
10/09/2016	42,2	41,52	40	40	40,53	41,91	46,29	47,25	48,39	50,19	49,86	49,62	49,71	49,74	48,48	47,8	47,25	47,22	46,89	46,89	48,1	49,69	46,69	43,1
11/09/2016	43,1	42,76	40,75	39,74	39	38,74	39,5	40,67	42,76	45,37	45,35	44,08	44,3	45,35	44,86	43,1	42,76	41,43	42	44	46,29	47,7	45	40,35
12/09/2016	37,36	37,69	37,48	37,69	37,48	37,48	38,12	38,2	38,12	43	43,1	43,07	41,43	43	41,43	38	37,36	37	37,4	40	46,69	49,32	47,87	45,6
13/09/2016	40,58	38,12	36,8	36	35,7	36,1	38,12	45,1	47,65	48,48	48,16	47,87	46	45,4	44	43,74	45,6	46,96	47,87	48,06	50,65	50,09	45,35	39,3
14/09/2016	38,12	36,82	36,1	35,7	35,44	35,9	37,48	44,44	47,87	49,65	48,06	48,19	46,29	45,04	42,37	44,34	44,08	46,48	46,63	46,69	47,33	47,87	43,6	36,96
15/09/2016	36,8	35,7	35,19	35,04	35,02	35,34	36,1	44,51	48,48	49	47,31	47	45,24	44,69	44,79	43	41	43,08	44,79	46,69	48,77	48,05	44,19	38,02
16/09/2016	39,8	37	36,12	35,34	35,34	35,44	37,3	45,68	49,32	49,69	48,38	47,87	46,69	45,68	46,69	45,6	44,87	45,15	45,8	47,45	48,42	49,32	46	39
17/09/2016	37,48	35,06	33,6	32,59	31,92	33,35	35,5	43,75	46,26	47,38	45,56	45,47	44,7	44,49	43,69	40,84	41,48	42,5	43,25	45,19	47,38	48,07	44,7	36,96
18/09/2016	45,56	43,34	40,04	37,78	36,48	36,01	36,83	38,02	40,38	43	41	37,55	38,02	39,3	37,77	36,5	32,75	32,85	36,88	41,19	46,19	48	45,68	44,69
19/09/2016	40	39,62	36,7	34	33,5	32,6	32,75	32,85	32,7	33,1	32,69	32	33,5	34	33,5	29,01	28	27,5	32,75	38,5	45,68	49,01	46,69	45,19
20/09/2016	38,74	36	33,09	32,6	32,2	32,35	36,63	42,31	44,6	44,69	43,95	43,97	45,56	46,1	45,56	45	45,19	45,47	45,19	46,59	47,36	48,03	43,94	40,5
21/09/2016	38,63	37,29	36,63	35,8	36,62	36,63	40,69	46	46,69	47,87	46,79	46,69	47,25	47,25	46,1	45,69	45,47	45,47	46	48,07	49,04	48,01	45,23	41,02
22/09/2016	39,82	38,98	38,43	38	38,63	39,5	45,46	48,19	49,71	49,69	49,04	48,36	48,48	48,48	47,87	47,36	47,29	47,38	47,38	48,75	48,69	49	47,25	44,1
23/09/2016	45,87	45,23	42,1	41,12	42	43,8	47	48,48	49,09	49,6	49,04	48,48	48,48	48,09	47,87	47,38	47,25	47,38	47,25	49,06	49,09	49,1	47,38	44,85
24/09/2016	43,69	41,19	39,23	38,81	39,23	41,07	46,03	49	50,44	50,69	50,02	49,19	49,7	49,52	48,48	48	48	47,87	47,87	47,87	49,2	49,87	48,07	45,56
25/09/2016	49,03	48,48	47,69	45,73	43,24	40,37	40,85	43,4	43,66	48	45	39,45	38,69	38,24	35,9	34,31	32,3	34,58	38,08	42,63	41,61	47,51	40,38	38,46
26/09/2016	33,78	33,6	33,45	33,45	33,6	33,85	34,39	35,55	36,29	37,23	38,39	38,71	41,3	44,82	41,75	35,6	33,55	33,35	35,09	40,95	44,77	49,03	48,1	39,89
27/09/2016	45,1	40,23	38,05	36,51	35,55	37,17	43,27	48,69	49	50,05	50,29	50,44	50,69	50,08	49,69	49,03	49,19	49,55	53,66	51,23	51	47,69	42,1	
28/09/2016	41	38,39	36,51	35,2	35,2	36,29	43	49	50	48,69	48	46,69	47,69	47,69	45,46	44,94	44,97	44,96	45,76	49,1	48,87	47,69	43,5	38,81
29/09/2016	39	33,94	32,41	32	32	32,41	39,98	47,3	48,26	49,72	48,69	48	46,88	46,23	45	44,06	44,26	47	47,88	49,03	50,87	48,69	45,15	40
30/09/2016	40,36	36,35	33,09	32,6	32,7	33,44	38,07	47,2	46,8	47,25	46,44	45,11	45,7	45,7	44,5	44,32	45,19	46,9	48,02	50,3	52,48	50,08	48,27	44
01/10/2016	42,86	39,44	37,94	37,69	37,69	38,46	43,02	49,66	50,03	49,69	48,87	47,69	48,44	48,2	45,46	43,07	43,89	48	48,44	50,05	50,49	49,87	48	44
02/10/2016	45,29	40,85	39	37,94	37,9	37,69	38,35	40,71	44,69	48,6	47,81	46,78	47,69	48,66	46,07	41,24	40,13	39,44	46,69	47,01	50,05	50,08	48,87	44,69
03/10/2016	43,5	40,51	38,35	37,9	37,9	37,9	38,35	40,51	40,37	46,07	47,0													

06/12/2016	44,11	39,3	29,39	27,93	27,81	28,29	40,5	48,18	49,9	50,86	53,78	49,9	49,8	49,8	49,15	48,42	48,42	52,85	60,6	62,43	62,69	61,57	55,1	48,42
07/12/2016	45,66	40,5	39,3	39,3	39,3	40,5	44,11	47,18	47,52	51,48	58,99	59,9	57,8	59,9	56,7	53,01	52,25	60,47	67,01	67,49	69,02	67,62	65	62
08/12/2016	56,7	47,34	44,34	42	41	41,5	46,58	63,29	65,69	66,8	67,09	65,98	65,65	65,1	63,89	63,89	65,1	69,18	73,54	69,99	69,99	67,48	63,44	60
09/12/2016	63,29	53,45	49,34	48,42	48,15	48,42	56	68,85	70,56	69,1	70	69,02	68,03	67,1	65,98	65,98	66,83	69,03	73,1	73	72,69	70,56	66,83	62,77
10/12/2016	63,38	53,01	48,94	48,42	48,26	48,42	53,7	65,83	69,6	69,69	70	68,69	67,3	66,83	64,94	63,44	65	68	70,98	70,98	70,69	69,03	63,89	58,1
11/12/2016	64,1	60,47	49,1	48,55	48,32	48,15	48,5	50	58,99	62,1	65,5	65,51	64,94	64,1	63,44	62,21	62,21	63,44	69,35	70	70	68,81	63,29	60,47
12/12/2016	57,1	46,16	44,08	43,34	42,2	42	42,2	42,13	42,4	44,15	48,31	49	47,59	47,59	46,45	43,86	43,84	44,2	53,62	56,7	56,96	56,7	46,68	43,18
13/12/2016	38,45	31,49	29,5	27,84	27,45	29,65	41,26	53,46	56,7	60,47	62,9	61,38	60,47	60	57	56,7	59	63,44	69,81	68,9	68,69	64,51	56,7	47,13
14/12/2016	42,16	39,01	35,5	31	29,11	33,8	40,59	49,99	55,03	58,9	59,56	57	56,7	53,09	49,6	50,04	50,96	57	62,9	63,44	64,16	62,9	56,2	47
15/12/2016	44,08	40,01	38,5	38,16	37,65	38,34	41,16	56,7	62,93	63,64	64,7	63,29	62,21	62,1	60,47	61,61	62,93	63,66	65,7	65,98	65,98	63,94	59,17	53
16/12/2016	47	42,49	39,5	38,25	38,18	38,45	41,99	55,1	61,01	63,44	63,85	63	61,19	61	60,01	60,47	61,69	62,69	65,15	66,05	67,1	65,1	61,04	53,8
17/12/2016	47,17	43,49	40,03	40,01	40,01	40,13	44,21	60,3	63,35	64,42	65,1	64,21	63,42	62,9	61,01	60,3	61	62,9	63,85	63,5	63,21	62,01	56,54	47,34
18/12/2016	47	44,21	41,4	39,24	38,4	38,34	39,26	41,4	44	48,69	56,7	50,01	47,13	47	45	43,84	43,81	46,6	57,52	60,29	60,47	60,47	54,78	47
19/12/2016	37,65	31,4	18	13,49	13,52	16	31	34,1	38,18	43,22	51,71	54,98	54,98	55,1	54,98	47,13	49,22	56,7	65	66,02	68,25	69,1	66,87	63,29
20/12/2016	46,45	45,8	43,81	41,61	41,45	42,81	47,69	60,47	63,29	64,99	65,67	64,99	63,06	61,86	59,56	56,7	59,2	62,17	65,33	65,71	65,33	64	59,98	52,64
21/12/2016	47,5	43,86	39,15	38,17	37,65	38,17	43,84	55,69	60	62,03	62,48	61,5	60,03	59,56	56,7	53,22	56,7	61,01	64,1	65,71	66,03	65,61	61,98	59,55
22/12/2016	48,19	46,25	44,5	44,49	45,22	47	54,98	61	63,7	64,54	65,1	63,44	62,17	61	59,99	59,56	59,99	61	63,98	64,19	63,5	61,69	56,69	47,59
23/12/2016	46,45	40	38,18	35,4	33,99	35,42	38,4	44	47,13	55,71	56,7	54	50,02	50	46,5	46,5	46,5	55,02	59	60,3	60,2	59,56	56,7	46,5
24/12/2016	43,81	39,5	38,18	37,49	36,99	37	37,9	38,15	38,75	39,5	43,86	46,5	46,5	46,5	46,5	41,03	41,7	48,51	56,7	58,1	59,71	59,71	56,7	48,51
25/12/2016	39,9	37,02	31,99	29,02	27,02	27,02	29,02	30,99	35,9	39,9	48	48,33	47,56	48,33	46,5	44,88	44,88	49,09	52,2	52,52	52,6	52,1	50,1	41,7
26/12/2016	34,15	29,9	24,93	20	18	16	19	19,99	22,05	27,7	32,25	33,15	33,26	34	33	30	26,82	31,55	35,7	35,71	33,5	33,5	31,65	27,47
27/12/2016	26,26	20,35	17,75	16,01	13,94	22,05	26	34	38,81	42,28	44,2	42,28	40,02	38,7	34,99	33,15	36,9	42,98	45,75	48,65	51	50,63	45,75	42,51
28/12/2016	38	32,25	31,65	31,65	32	32,51	38,9	47,85	51,35	56,56	56,7	52,55	50,85	50,45	48,18	48	48,95	52,1	56,7	58,35	58,78	56,7	50,85	47,85
29/12/2016	35,7	31,4	27,09	25,96	25,58	26	30,36	38,4	46,69	49	50,07	47,55	45,5	45	36,2	35	35,7	45,01	48,73	50,6	52,69	51,1	47,69	45
30/12/2016	33,5	30,4	27,52	25,1	25,5	28,5	31,85	44	49,85	53,07	56,7	56,7	54	53,3	52,11	51,2	52,86	56,7	62,1	63,44	63,29	62,1	56,7	50,95
31/12/2016	48,55	40	33,1	28,11	27,13	25,24	19,98	18,16	17,73	19,77	23,75	26,03	27,06	26,59	25	20,06	19,43	24,57	33,11	35,34	33,07	29,52	30,1	24,57
Promedio	37,47	33,94	31,54	30,23	29,71	30,80	34,33	38,60	41,22	42,49	42,60	41,80	41,29	41,13	39,78	38,33	38,08	39,61	41,72	43,85	45,13	45,46	42,85	38,99



PRODUCCIÓN FOTOVOLTAICA (kWh)																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
01/01/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	1178,124	2251,835	3305,79	3601,43	3445,546	2437,764	1776,419	882,165	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
02/01/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	364,493	900,725	1388,525	1722,789	1648,09	1145,633	756,893	304,618	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
03/01/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	408,837	2080,223	2992,389	3398,067	2687,7	2606,274	1769,998	775,31	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
04/01/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	616,225	1230,37	1610,204	1788,706	1905,683	1791,865	1303,158	515,645	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
05/01/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	1259,31	2546,156	3483,39	3934,987	4009,676	3489,556	2516,205	1022,965	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
06/01/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	1264,914	2635,208	3739,145	4304,388	4300,398	3777,975	2770,098	1273,568	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
07/01/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	37,483	144,568	295,959	306,449	2679,639	1835,564	1131,433	429,83	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
08/01/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	54,372	121,501	264,493	279,394	2959,348	2784,996	2259,54	902,231	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
09/01/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	534,672	1030,67	1395,824	1732,112	1662,201	1320,067	851,366	432,994	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
10/01/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,4974	69,794	136,828	225,205	2249,728	1906,4	1370,372	780,976	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
11/01/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	879,514	923,49	2240,982	3658,281	3345,116	3610,872	2705,4	1267,649	7,4539	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
12/01/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	944,02	2066,476	3022,826	3282,326	2555,26	2242,582	2145,728	1010,527	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
13/01/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	1307,77	2858,548	2638,669	1898,242	1042,829	1913,877	2219,489	1346,989	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
14/01/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	183,224	445,994	673,52	774,737	746,572	651,206	455,656	212,311	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
15/01/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	1130,769	2646,605	3458,478	3979,164	3990,728	3746,873	2833,971	1420,233	16,413	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
16/01/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	1326,449	2810,893	3806,152	4309,367	4210,879	3606,599	2788,893	1375,354	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
17/01/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	1196,421	2561,899	3633,54	4208,626	4357,112	3924,583	3097,434	1558,043	32,905	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
18/01/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	191,967	441,778	663,308	665,523	628,813	565,908	432,266	224,142	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
19/01/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	39,389	84,433	232,519	318,472	3059,761	3020,955	2344,868	1084,153	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
20/01/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	328,49	773,333	1370,103	1767,807	1966,735	1714,175	1466,464	825,83	19,328	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
21/01/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	355,195	719,119	1094,769	1009,871	687,052	776,5	595,146	253,266	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
22/01/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	1090,369	2614,034	3077,17	3756,003	3864,699	2622,549	2378,563	1316,658	31,518	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
23/01/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	1122,863	2540,808	3601,648	4168,874	4288,156	3821,83	2862,794	1457,379	95,434	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
24/01/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	1254,806	2668,765	3572,356	4284,848	4409,88	3878,006	2885,621	1596,151	74,845	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
25/01/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	1414,685	2961,762	3935,368	4506,719	4522,4	3997,183	3141,89	1715,185	103,048	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
26/01/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	1112,715	2527,871	3511,991	4218,753	4421,543	4072,724	3123,516	1701,6	135,666	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
27/01/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	178,153	410,775	603,738	719,503	760,663	673,258	509,304	262,942	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
28/01/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	395,911	1187,799	931,297	605,097	1025,602	2412,606	2131,683	1856,44	644,274	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
29/01/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	7,867	228,191	409,056	388,788	2937,703	2711,794	1833,885	1039,758	258,864	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
30/01/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	243,755	660,062	957,646	988,769	895,437	988,347	504,391	126,306	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
31/01/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	198,82	1520,003	1862,843	2271,847	2547,965	1195,477	986,005	111,513	37,486	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
01/02/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	53,118	1332,525	2647,179	3948,587	4172,891	3899,249	2775,723	1961,622	465,928	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
02/02/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	1131,726	2460,327	3351,383	4127,476	4321,258	4245,886	3292,6	1854,907	605,907	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
03/02/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	436,672	1210,436	4210,673	4777,96	1875,183	2557,205	1809,466	241,808	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
04/02/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	154,16	1488,339	2948,009	2219,742	2822,456	2666,888	3435,922	2807,068	580,359	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
05/02/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	228,98	1414,553	2007,471	4207,191	3401,627	638,139	182,729	129,447	442,392	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
06/02/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	299,451	700,059	1037,345	689,018	2230,438	2226,192	2134,621	1698,68	829,043	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
07/02/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	54,348	1612,415	3196,699	4256,371	4738,165	4822,863	4460,343	3539,349	2218,634	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
08/02/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	53,126	1527,196	3054,985	4052,828	4550,12	4535,453	4214,738	3254,676	2018,904	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
09/02/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	65,487	1579,874	3032,82	3986,926	4444,336	4428,861	3934,262	3131,098	2050,239	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
10/02/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	102,57	1593,332	3000,757	4130,276	4523,154	4638,673	4247,399	3401,792	2323,795	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
11/02/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	103,95	1693,652	3325,227	4388,732	4844,929	4904,503	4467,372	3516,873	2259,388</						



10/05/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	142,3	1217,4	2654	3957,058	5028,988	5645,706	5861,145	5810,73	5532,902	4705,603	3617,614	2287,244	915,022	60,869	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
11/05/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	166,17	1075,6	2230,3	3310,656	4229,194	4791,677	5117,805	5075,796	4681,978	4013,61	3095,654	1972,523	851,922	81,271	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
12/05/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	187,13	1159,8	2401,5	3597,996	4506,795	5115,966	5410,402	5433,2	5143,285	4548,036	3636,06	2316,066	936,48	152,699	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
13/05/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	149,07	1261,7	2446	3781,036	4678,729	5179,77	5561,947	5278,336	4921,816	4085,992	3040,247	2026,942	882,153	149,089	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
14/05/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	212,21	1102	2212	3210,813	4068,719	4654,57	4981,157	4837,255	4462,072	3806,447	2942,837	1949,131	819,803	122,425	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
15/05/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	134,79	1310,5	2691,4	4086,02	4548,559	5260,727	5018,207	4281,888	4093,71	3691,166	2926,487	1848,382	804,99	151,184	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
16/05/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	255,36	1094,8	2018,8	3211,738	4066,967	4447,33	5011,967	4849,952	4438,001	3799,934	2960,75	1994,348	864,797	133,443	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
17/05/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	262,34	1080,8	2122,3	3129,378	3973,053	4455,451	4700,662	4593,345	4280,949	3806,031	2958,885	1874,662	830,866	138,922	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
18/05/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	266,21	1091,2	2087,5	3092,935	3746,795	4228,923	4435,136	4529,33	4120,537	3534,334	2800,441	1891,765	855,667	144,471	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
19/05/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	212,69	1250,2	2513,6	3590,862	4480,427	4903,441	5321,932	5414,477	5044,356	4567,158	3497,877	2316,846	959,904	140,107	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
20/05/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	173,55	1282,3	2387,5	2924,079	4380,215	4497,294	4495,816	4933,303	4198,482	3421,021	1860,792	893,374	128,121	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	
21/05/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	162,42	1287	2653	3895,371	4721,471	5308,377	5500,113	5608,348	5277,438	4641,371	3635,377	2352,433	989,603	149,528	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
22/05/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	155,88	1429,5	2836,8	4135,567	5554,374	3969,008	4277,577	4033,481	3621,304	2981,461	2368,085	1358,097	679,974	174,831	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
23/05/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	136,94	1533,2	2187,9	4522,803	5698,292	3643,423	3487,755	3120,734	2954,396	2525,736	1866,478	1301,531	722,871	183,534	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
24/05/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	214,91	1244,7	2190,2	3299,908	4066,661	4410,371	4923,724	4974,471	4205,342	4145,071	3093,874	2159,817	1025,624	205,262	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
25/05/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	219,19	1177,1	2260,4	3216,786	3983,899	4492,146	4760,67	4833,13	4469,461	3876,182	3000,548	1989,591	911,72	179,851	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
26/05/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	178	1268,8	2497,9	3641,979	4670,075	5206,582	5467,789	5487,769	5010,75	4476,136	3401,551	2256,397	989,625	210,794	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
27/05/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	173,03	1325,7	2680,5	3909,043	4793,489	5385,033	5673,578	5646,08	5339,68	4612,843	3614,641	2349,422	1021,742	154,49	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
28/05/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	243,58	1235,1	2435,5	3450,665	4254,713	4785,422	4984,175	4950,637	4647,639	4064,559	3205,669	2123,947	951,454	140,1	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
29/05/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	253,37	1233,6	2415,6	3509,9	4349,206	4852,525	5170,515	5088,597	4813,041	4190,992	3320,714	2176,244	974,325	149,216	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
30/05/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	101,54	249,59	404,911	524,373	584,091	609,208	568,545	550,655	476,497	393,066	250,963	119,544	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	
31/05/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	244,31	1313,8	2658,2	3857,682	4769,497	5327,161	5541,278	5502,942	5182,449	4517,733	3532,455	2284,621	1018,133	171,728	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
01/06/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	216,39	1329,3	2712,1	3944,099	4926,107	5454,558	5651,489	5736,285	5446,874	4773,583	3802,046	2520,724	1102,444	137,156	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
02/06/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	234,24	123,5	2343,5	3436,27	4357,919	4944,599	5052,441	4939,971	4749,851	4088,575	3124,035	2109,573	969,78	189,691	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
03/06/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	197,8	1256,5	2463,8	3607,594	4492,022	5177,336	5199,16	5326,168	4860,773	4024,415	3271,158	2197,598	1039,438	159,912	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
04/06/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	325,02	1285,9	2515,6	3628,049	4515,558	5072,123	5339,613	5296,479	4962,07	4272,859	3388,704	2276,24	1070,797	190,373	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
05/06/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	323,21	1210,8	2597,4	3427,97	3977,687	4529,39	4897,347	4885,329	4758,821	4361,087	3689,993	2527,199	1127,013	125,402	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
06/06/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	324,38	1314,6	2630,4	3805,734	4633,092	5201,821	5474,016	5462,848	5201,43	4578,23	3624,819	2422,584	1116,736	141,464	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
07/06/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	292,79	1242,1	2418	3494,205	4415,91	4660,694	4965,582	5089,952	4560,738	3869,972	3059,935	2008,142	1023,125	219,433	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
08/06/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	281,7	1147,4	2048,7	2861,596	3741,272	4053,399	4447,565	4300,688	4030,351	3359,505	2663,425	1795,608	977,124	259,009	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
09/06/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	328,3	1334,5	2586,1	3760,691	4318,643	4626,622	5171,986	4867,491	4629,774	4286,208	3280,867	2258,42	1058,035	224,473	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
10/06/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	358,08	1470,6	3095,8	4416,233	5392,806	2945,988	3055,47	3130,877	2666,053	2407,512	1862,693	1291,256	752,129	237,744	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
11/06/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	279,94	1164,3	2092,9	3184,382	4374,382	4724,76	4351,977	4447,531	4143,752	3354,992	2255,374	1120,113	219,781	197,814	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
12/06/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	323,98	1287,9	2550,7	3548,82	4341,778	4582,861	4908,837	4952,048	4487,207	4079,232	3196,903	2182,91	1013,466	195,28	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
13/06/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	355,26	1474,2	2987,9	4255,344	5216,803	3599,277	3774,941	3750,166	3456,459	3022,862	2454,513	1648,141	894,505	270,578	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
14/06/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	347,46	1421,7	2892,5	4205,886	5150,03	5626,74	5730,832	5877,064	5693,003	5020,543	4001,728	2645,093	1207,758	128,811	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
15/06/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	347,23	1376	2825	4043,532	5020,344	5549,133	5824,749	5819,503	5627,16	4927,381	3927,589	2634,967	1217,226	135,978	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
16/06/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	324,11	1297,3	2629,5	3763,191	4703,322	5361,533	5584,252	5565,507	5164,209	4621,078	3624,593	2456,955	1145,168	159,043	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
17/06/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	341,41	1377,9	2803,7	4029,408	4955,522	5568,824	5593,728	5547,596	5417,363	4830,814	3885,47	2641,914	1228,71	136,676	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
18/06/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	321,39	1258,7	2581,9	3761,757	4715,907	5324,525	5550,403	5624,811	5408,38	4779,217	3797,086	2542,467	1189,784	161,741	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
19/06/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	314,26	1227,3	2433,6	3560,535	4451,206	5033,726	5230,796	5144,923	4864,81	4310,463	3411,581	2346,043	1121,026	215,983	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
20/06/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	283,26	1111	2219,4	3533,931	4923,732	4924,738	5182,014	5166,584	4576,139	4217,413	3192,454	2162,96	1104,656	216,509	-7,4974	-7,4974	-7	



19/09/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	589,96	2075,7	3453,341	4438,964	5068,924	5356,378	5384,089	5081,668	4236,541	3062,092	1505,124	99,135	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
20/09/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	611,37	2182,6	3673,465	4801,997	5342,401	5443,563	5433,713	5128,905	4385,296	3200,618	1608,247	122,686	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
21/09/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	571,07	2058,9	3513,19	4578,206	5296,684	5508,829	5403,668	5013,507	4273,651	3065,194	1486,2	90,605	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
22/09/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	581,64	2130,5	3621,593	4735,379	5410,641	5518,672	5462,811	5148,839	4340,854	3072,295	1463,428	58,635	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
23/09/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	441,38	1571,6	2684,146	3759,33	3939,916	4561,668	4219,46	4027,334	2974,477	1734,749	699,105	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	
24/09/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	522,59	2335,7	3883,464	3733,902	3778,347	2042,213	2182,309	2946,359	1825,071	705,921	465,63	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	
25/09/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	468,69	1910,2	3389,555	4220,074	4745,432	4801,794	4685,02	4092,45	3363,393	2371,894	1148,963	10,28	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
26/09/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	525,36	2025,1	3557,128	4650,838	5438,13	5733,347	5693,273	5266,618	4318,124	2974,007	1331,549	15,883	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
27/09/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	496,23	1973,5	3372,639	4517,384	5120,127	5400,89	5330,604	4863,493	4017,515	2713,125	1122,439	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	
28/09/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	442,76	1734,2	2962,08	4040,912	4486,42	4708,55	4898,273	4676,781	3865,399	2699,452	1113,332	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	
29/09/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	419,32	924,7	1509	1492,903	1734,389	1430,648	2426,818	3368,305	2785,733	2831,024	1347,689	109,145	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974
30/09/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	375,94	2133,5	3237,561	3542,689	3416,762	3103,246	2653,037	2779,102	3285,935	2077,353	839,147	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	
01/10/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	490,65	2049	3666,892	4845,45	5473,057	5673,889	5491,825	5029,56	4056,134	2787,497	1148,884	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	
02/10/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	435,19	1846,6	3378,119	4492,526	5274,54	5563,019	5450,19	4942,643	4034,517	2711,674	1088,238	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	
03/10/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	425,88	1847,9	3377,065	4460,659	5094,459	5318,069	5270,075	4820,829	3879,717	2666,076	1039,634	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	
04/10/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	400,72	1778,1	3293,356	4517,301	5213,782	5541,573	5420,499	4893,27	3944,742	2576,144	980,135	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	
05/10/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	132,69	1722	3379,648	4474,39	5169,746	5372,297	5262,243	4797,018	3886,409	2566,79	958,18	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	
06/10/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	86,176	1237,3	2308,748	3225,322	4315,908	3973,203	4012,539	4054,564	3273,961	2406,397	793,511	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	
07/10/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	107,13	1664,5	3193,075	4383,751	4912,225	5251,693	5197,391	4661,536	3738,246	2478,61	963,673	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	
08/10/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	88,447	1606,3	3187,293	4183,941	4606,738	4915,765	4602,493	4129,871	3463,636	2400,686	866,36	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	
09/10/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	60,953	1265,3	2411,427	3289,075	3863,407	4077,276	4009,568	3406,743	2715,797	1744,786	628,183	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	
10/10/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	41,791	1162,7	2271,698	3093,623	3797,615	4113,689	4016,716	3589,917	2861,812	1893,389	700,001	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	
11/10/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	450,41	739,48	1018,343	1479,229	1855,291	1961,573	2123,788	1612,142	859,232	331,23	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974		
12/10/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	675,78	2811,042	2863,584	1981,233	1208,703	1202,61	2998,737	1442,101	318,651	300,731	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974		
13/10/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	17,795	1063,4	2046,528	2827,599	3184,63	3535,329	3576,261	3157,622	2185,03	1341,875	497,931	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	
14/10/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	20,102	1265,6	2550,334	3428,695	3991,797	4260,681	4160,908	3578,101	2809,942	1735,966	571,806	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	
15/10/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	13,954	1144,8	2356,176	3274,493	3854,163	4067,037	3971,931	3541,995	2717,682	1683,089	540,721	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	
16/10/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	1125,2	2176,462	2531,316	2355,668	1806,381	4538,178	3181,286	3095,959	1083,368	294,578	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974		
17/10/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	432,68	1007,988	1376,079	1812,852	1958,732	1879,65	1567,976	1213,348	633,753	174,023	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974		
18/10/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	18,176	107,67	182,68	231,408	5258,467	4908,275	4649,214	1960,156	1585,16	13,231	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974		
19/10/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	20,182	1040,8	2731,307	3658,373	2993,177	3734,217	3992,093	1806,121	272,17	54,074	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974		
20/10/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	1221,7	2724,034	3982,285	4708,527	4952,166	4783,096	4133,073	3125,053	1799,371	504,628	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974		
21/10/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	777,04	2358,593	3165,095	3899,162	4153,814	4249,574	3536,081	2977,63	1880,296	575,538	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974		
22/10/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	993,27	2597,54	3620,729	3175,804	3519,872	4168,706	3770,706	3277,625	1817,369	485,504	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974		
23/10/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	31,251	148,018	199,834	246,848	395,742	3499,474	3063,926	2356,831	1389,587	372,556	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974		
24/10/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	606,71	1365,679	1940,529	2357,72	2366,283	2330,513	1559,581	1076,401	568,855	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974		
25/10/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	29,87	168,028	210,257	234,41	256,191	3019,738	2398,919	1781,197	1008,814	34,429	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974		
26/10/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	687,83	1520,82	2188,284	2500,279	2764,139	2606,327	2186,18	1728,776	1108,106	52,148	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974		
27/10/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	390,21	1347,516	1632,302	2040,371	2265,714	2005,909	1417,236	1063,381	396,574	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974		
28/10/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	1143,4	2785,745	4005,326	4830,808	5059,175	4958,786	4384,077	3259,834	1662,102	73,858	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974		
29/10/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	1103,3	2713,416	3904,033	4713,038	4921,807	4733,907	4158,489	3100,788	1586,483	80,285	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974		
30/10/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	872,97	2001,697	2982,285	2760,601	2707,404	3951,31	3751,207	3261,943	1652,24	110,225	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974		
31/10/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	980,04	2744,636	4004,587	4504,773	4424,245	4209,947	3435,291	2269,479	1083,883	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974		
01/11/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	1000,2	2486,023	3851,787	4539,728	4842,947	4635,469	4163,972	3101,431	1537,223	62,603	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974	-7,4974		
02/11/2016	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	-7,497	372,06	877,851	1444,488	1966	2209,214	2176											



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
01/01/2016	-0,364	-0,300	-0,248	-0,211	-0,203	-0,189	-0,150	-0,136	-0,133	23,292	53,481	86,050	97,455	91,617	60,944	35,635	17,140	-0,184	-0,248	-0,265	-0,248	-0,221	-0,226	-0,184
02/01/2016	-0,166	-0,124	-0,115	-0,096	-0,084	-0,089	-0,095	-0,106	-0,133	9,772	31,922	50,126	52,269	51,519	35,503	21,950	9,748	-0,300	-0,341	-0,413	-0,442	-0,447	-0,383	-0,305
03/01/2016	-0,227	-0,151	-0,110	-0,076	-0,054	-0,071	-0,031	-0,053	-0,085	7,212	41,584	66,162	77,068	59,129	51,839	31,417	14,545	-0,163	-0,201	-0,204	-0,190	-0,177	-0,169	-0,158
04/01/2016	-0,103	-0,067	-0,049	-0,042	-0,037	-0,060	-0,143	-0,236	-0,285	25,056	52,906	67,757	73,748	79,048	72,266	50,563	19,595	-0,309	-0,322	-0,315	-0,306	-0,305	-0,282	-0,179
05/01/2016	-0,182	-0,165	-0,097	-0,097	-0,097	-0,133	-0,179	-0,244	-0,311	51,279	103,527	140,485	150,513	148,278	121,820	83,865	42,224	-0,285	-0,322	-0,322	-0,288	-0,258	-0,247	-0,240
06/01/2016	-0,136	-0,093	-0,059	-0,052	-0,049	-0,049	-0,054	-0,083	-0,091	21,782	49,779	67,679	57,421	64,506	49,491	34,349	15,792	-0,129	-0,150	-0,218	-0,225	-0,228	-0,203	-0,136
07/01/2016	-0,106	-0,060	-0,040	-0,034	-0,030	-0,037	-0,075	-0,181	-0,305	1,572	6,017	12,282	12,460	108,070	67,016	37,892	14,696	-0,305	-0,306	-0,316	-0,274	-0,259	-0,251	-0,216
08/01/2016	-0,183	-0,145	-0,121	-0,112	-0,112	-0,136	-0,189	-0,273	-0,296	2,049	4,576	9,762	10,095	106,921	91,877	72,486	33,527	-0,337	-0,352	-0,362	-0,369	-0,364	-0,301	-0,271
09/01/2016	-0,233	-0,217	-0,182	-0,174	-0,165	-0,168	-0,173	-0,180	-0,217	19,318	37,238	49,915	55,445	52,426	36,856	18,466	9,959	-0,227	-0,271	-0,262	-0,217	-0,188	-0,188	-0,167
10/01/2016	-0,075	-0,037	-0,030	-0,019	-0,018	-0,017	-0,017	-0,019	-0,030	-0,037	0,558	1,519	2,275	27,897	23,639	11,100	6,248	-0,076	-0,187	-0,247	-0,230	-0,202	-0,202	-0,136
11/01/2016	-0,037	-0,019	-0,017	-0,017	-0,017	-0,017	-0,030	-0,150	-0,300	35,181	35,554	78,457	117,431	114,068	111,937	83,867	40,565	0,277	-0,321	-0,300	-0,304	-0,301	-0,256	-0,211
12/01/2016	-0,161	-0,112	-0,064	-0,064	-0,073	-0,120	-0,183	-0,269	-0,304	39,649	86,275	120,913	117,179	91,069	72,660	70,809	36,460	-0,314	-0,412	-0,475	-0,488	-0,475	-0,403	-0,315
13/01/2016	-0,300	-0,230	-0,188	-0,182	-0,182	-0,182	-0,230	-0,351	-0,388	71,914	157,192	131,933	87,319	47,616	77,282	88,868	53,933	-0,322	-0,375	-0,375	-0,334	-0,315	-0,286	-0,270
14/01/2016	-0,198	-0,127	-0,075	-0,064	-0,060	-0,082	-0,174	-0,301	-0,352	8,483	21,189	31,797	37,474	37,329	29,760	19,589	8,989	-0,356	-0,406	-0,404	-0,354	-0,345	-0,301	-0,267
15/01/2016	-0,267	-0,210	-0,183	-0,176	-0,172	-0,022	-0,250	-0,320	-0,356	54,727	127,037	162,376	175,083	167,810	149,837	106,699	53,984	0,706	-0,360	-0,375	-0,345	-0,320	-0,316	-0,304
16/01/2016	-0,241	-0,220	-0,180	-0,174	-0,142	-0,142	-0,150	-0,187	-0,249	51,400	113,420	148,440	159,705	151,844	120,172	89,523	46,900	-0,298	-0,371	-0,394	-0,379	-0,375	-0,338	-0,300
17/01/2016	-0,284	-0,259	-0,241	-0,217	-0,183	-0,183	-0,207	-0,225	-0,243	41,348	94,944	138,438	162,285	168,010	151,332	112,344	53,846	1,299	-0,359	-0,388	-0,384	-0,379	-0,345	-0,291
18/01/2016	-0,286	-0,267	-0,233	-0,187	-0,176	-0,180	-0,218	-0,300	-0,375	9,702	22,310	32,621	29,563	27,932	22,919	17,291	9,078	-0,337	-0,406	-0,435	-0,413	-0,388	-0,375	-0,351
19/01/2016	-0,298	-0,276	-0,269	-0,240	-0,239	-0,291	-0,326	-0,406	-0,462	2,481	5,449	14,419	18,783	179,088	168,599	130,140	60,940	-0,450	-0,487	-0,500	-0,450	-0,398	-0,373	-0,337
20/01/2016	-0,316	-0,297	-0,275	-0,258	-0,251	-0,279	-0,315	-0,413	-0,458	20,531	49,988	84,371	103,593	113,677	94,194	76,872	50,855	1,199	-0,487	-0,495	-0,490	-0,452	-0,392	-0,349
21/01/2016	-0,313	-0,301	-0,289	-0,280	-0,275	-0,288	-0,316	-0,373	-0,427	20,782	43,147	65,675	60,501	39,636	45,029	34,703	14,545	-0,428	-0,450	-0,460	-0,450	-0,348	-0,344	-0,334
22/01/2016	-0,303	-0,294	-0,281	-0,270	-0,259	-0,259	-0,298	-0,369	-0,394	57,255	134,884	158,320	191,556	200,964	135,087	119,166	65,965	1,565	-0,398	-0,405	-0,403	-0,398	-0,387	-0,334
23/01/2016	-0,346	-0,320	-0,296	-0,296	-0,296	-0,293	-0,292	-0,296	-0,296	44,353	108,518	156,672	167,797	182,504	151,918	113,080	57,566	3,817	-0,342	-0,390	-0,390	-0,383	-0,346	-0,305
24/01/2016	-0,274	-0,257	-0,251	-0,247	-0,247	-0,247	-0,245	-0,240	-0,240	41,584	90,711	121,460	149,670	156,507	135,304	100,679	53,311	2,533	-0,271	-0,274	-0,274	-0,274	-0,272	-0,271
25/01/2016	-0,252	-0,232	-0,187	-0,173	-0,152	-0,187	-0,250	-0,319	-0,363	68,046	153,271	205,033	233,854	237,426	202,257	164,289	90,373	5,575	-0,431	-0,469	-0,472	-0,469	-0,416	-0,395
26/01/2016	-0,376	-0,334	-0,305	-0,301	-0,299	-0,301	-0,338	-0,379	-0,410	59,975	137,668	186,536	223,172	234,253	198,993	152,615	81,149	6,919	-0,398	-0,412	-0,409	-0,398	-0,377	-0,330
27/01/2016	-0,324	-0,290	-0,283	-0,281	-0,273	-0,283	-0,289	-0,300	-0,363	8,817	20,580	29,499	33,946	35,888	28,714	20,158	10,326	-0,320	-0,354	-0,370	-0,371	-0,363	-0,338	-0,294
28/01/2016	-0,300	-0,287	-0,281	-0,280	-0,280	-0,286	-0,297	-0,377	-0,386	20,500	62,941	48,055	31,235	54,039	127,120	111,913	95,829	32,922	-0,388	-0,397	-0,389	-0,382	-0,360	-0,300
29/01/2016	-0,300	-0,285	-0,269	-0,262	-0,255	-0,267	-0,283	-0,340	-0,375	0,393	11,318	19,827	18,273	146,856	132,742	88,026	50,615	12,899	-0,376	-0,387	-0,383	-0,378	-0,374	-0,356
30/01/2016	-0,371	-0,337	-0,317	-0,299	-0,293	-0,289	-0,286	-0,283	-0,283	8,970	24,878	35,433	35,576	32,236	33,248	18,007	4,421	-0,268	-0,270	-0,283	-0,281	-0,280	-0,277	-0,268
31/01/2016	-0,259	-0,198	-0,151	-0,150	-0,113	-0,135	-0,150	-0,165	5,189	48,260	65,758	80,878	87,905	41,961	34,609	3,780	1,248	-0,259	-0,297	-0,357	-0,367	-0,371	-0,354	-0,305
01/02/2016	-0,291	-0,262	-0,242	-0,232	-0,225	-0,244	-0,285	-0,370	-0,271	64,161	126,800	177,686	169,503	179,365	126,101	86,508	54,764	22,434	-0,377	-0,416	-0,427	-0,416	-0,363	-0,330
02/02/2016	-0,333	-0,292	-0,285	-0,280	-0,275	-0,285	-0,305	-0,318	-0,350	53,927	117,235	158,152	194,776	203,920	193,995	149,484	80,614	24,612	-0,308	-0,343	-0,343	-0,322	-0,280	-0,251
03/02/2016	-0,251	-0,240	-0,210	-0,208	-0,202	-0,202	-0,215	-0,269	-0,282	16,201	44,169	151,584	166,751	68,800	89,988	60,689	8,110	-0,251	-0,275	-0,271	-0,271	-0,255	-0,253	-0,242
04/02/2016	-0,185	-0,150	-0,124	-0,127	-0,112	-0,150	-0,182	-0,251	5,803	55,813	111,789	84,173	107,028	106,409	130,599	107,062	22,924	8,402	-0,321	-0,343	-0,370	-0,355	-0,307	-0,284
05/02/2016	-0,281	-0,243	-0,224	-0,222	-0,221	-0,225	-0,251	-0,287	8,930	56,879	82,306	168,708	136,167	26,164	7,313	5,091	17,559	8,002	-0,298	-0,334	-0,326	-0,306	-0,285	-0,281
06/02/2016	-0,292	-0,243	-0,207	-0,209	-0,210	-0,207	-0,209	-0,182	-0,204	10,762	26,042	38,060	19,609	64,906	54,096	42,714	31,443	16,581	-0,174	-0,207	-0,225	-0,225	-0,182	-0,163
07/02/2016	-0,112	-0,079	-0,064	-0,047	-0,038	-0,037	-0,030	-0,038	0,435	19,994	50,220	65,506	75,811	65,736	55,305	38,791	29,929	13,052	-0,184	-0,217	-0,368	-0,268	-0,225	-0,189
08/02/2016	-0,186	-0,126	-0,093	-0,076	-0,075	-0,105	-0,158	-0,247	1,899	56,033	113,768	149,955	168,354	166,134	151,478	116,355	72,559	25,439	-0,268	-0,289	-0,300	-0,279	-0,225	-0,193
09/02/2016	-0,165	-0,112	-0,094	-0,052	-0,054	-0,093	-0,139	-0,212	1,971	47,554	80,370	112,272	120,130	127,064	107,956	84,446	55,849	19,824	-0,225	-0,255	-0,226	-0,195	-0,185	-0,187
10/02/2016	-0,133	-0,107	-0,104	-0,105	-0,111	-0,121	-0,171	-0,229	3,287	53,058	99,475	133,243	137,278	128,677	116,549	94,468	66,646	28,254	-0,269	-0,314	-0,296	-0,256	-0,241	-0,212
11/02/2016	-0,179	-0,161	-0,157	-0,149	-0,150	-0,163	-0,215	-0,279	4,556	74,165	138,163	162,383	167,102	169,156	154,973	105,506	72,526	30,355	-0,308	-0,315	-0,279	-0,255	-0,227	-0,196
12/02/2016	-0,171	-0,162	-0,150	-0,143	-0,120	-0,124	-0,150	-0,174	1,853	36,358	60,114	74,864	94,803	90,591	80,169	55,015	35,711	13,326	-0,181	-0,225	-0,222	-0,198	-0,175	-0,152
13/02/2016	-0,085	-0,059	-0,040	-0,037	-0,030	-0,030	-0,037	-0,038	0,411	9,003	24,535	36,086	39,512	39,471	36,503	18,272	12,135	6,218	-0,066	-0,136	-0,145	-0,143	-0,105	-0,085
14/02/2016	-0,037	-0,030	-0,017	-0,017	-0,017	-0,017	-0,017	-0,017	-0,022	0,206	3,807	7,151	21,078	6,045	28,003	16,608	0,869	1,844	-0,045	-0,097	-0,127	-0,131	-0,120	-0,093
15/02/2016	-0,093	-0,037	-0,037	-0,030	-0,030	-0,037	-0,060	-0,166	6,330	15,060</														



11/05/2016	-0.169	-0.158	-0.147	-0.145	-0.149	-0.162	4,736	34,279	81,763	125,805	152,251	188,744	191,559	185,876	153,663	117,238	89,031	60,537	27,202	2,641	-0.242	-0.296	-0.257	-0.234
12/05/2016	-0.168	-0.154	-0.136	-0.113	-0.107	-0.123	3,894	28,125	81,675	125,714	148,093	163,404	173,782	174,351	166,437	136,032	106,137	73,234	28,104	4,783	-0.260	-0.296	-0.262	-0.225
13/05/2016	-0.169	-0.134	-0.112	-0.105	-0.094	-0.097	2,363	28,375	63,596	113,431	140,830	157,569	161,853	152,069	135,055	109,055	76,584	50,674	21,780	3,535	-0.209	-0.238	-0.211	-0.169
14/05/2016	-0.172	-0.154	-0.112	-0.090	-0.077	-0.079	2,822	25,005	54,615	86,692	108,350	116,364	124,529	112,176	91,874	57,097	30,164	19,979	8,403	2,043	-0.157	-0.188	-0.180	-0.168
15/05/2016	-0.088	-0.077	-0.078	-0.073	-0.063	-0.064	1,336	13,249	26,941	41,718	48,624	61,498	60,218	48,856	40,937	30,526	19,578	18,317	8,058	1,559	-0.090	-0.126	-0.126	-0.093
16/05/2016	-0.106	-0.093	-0.078	-0.076	-0.069	-0.072	2,091	7,324	15,141	27,043	36,603	38,959	50,922	39,721	21,791	19,000	11,843	11,348	8,103	1,293	-0.105	-0.172	-0.180	-0.125
17/05/2016	-0.176	-0.135	-0.128	-0.122	-0.117	-0.129	4,641	21,616	52,399	83,805	104,054	114,461	125,461	119,335	106,938	90,165	64,178	40,324	19,941	3,773	-0.213	-0.240	-0.243	-0.214
18/05/2016	-0.231	-0.180	-0.171	-0.163	-0.163	-0.172	7,973	39,678	79,344	115,088	135,597	150,930	159,665	159,387	142,035	120,556	91,546	62,428	29,640	5,045	-0.276	-0.288	-0.267	-0.232
19/05/2016	-0.240	-0.208	-0.179	-0.172	-0.175	-0.187	6,619	46,332	99,238	132,180	158,652	175,004	182,063	180,735	159,856	140,897	109,554	73,421	30,237	4,205	-0.259	-0.262	-0.248	-0.232
20/05/2016	-0.187	-0.172	-0.167	-0.164	-0.167	-0.179	5,481	48,739	93,111	107,635	151,599	147,421	155,960	174,688	145,309	111,902	59,378	28,901	4,188	-0.253	-0.262	-0.254	-0.230	
21/05/2016	-0.234	-0.176	-0.166	-0.165	-0.167	-0.200	4,501	42,561	92,777	134,157	161,805	181,865	190,359	192,198	179,433	153,165	119,967	77,360	32,350	5,072	-0.255	-0.261	-0.264	-0.260
22/05/2016	-0.191	-0.176	-0.169	-0.159	-0.150	-0.145	3,122	29,849	60,992	92,306	115,475	75,570	78,707	67,803	55,406	39,624	26,499	21,309	13,667	3,635	-0.157	-0.179	-0.202	-0.165
23/05/2016	-0.133	-0.090	-0.070	-0.052	-0.041	-0.025	0,411	5,290	17,215	31,614	40,230	30,168	28,600	18,288	11,818	5,579	4,666	6,430	4,344	2,054	-0.093	-0.196	-0.209	-0.192
24/05/2016	-0.170	-0.157	-0.146	-0.140	-0.128	-0.155	6,443	42,954	85,746	124,407	146,400	158,509	166,963	166,844	136,674	135,875	98,880	68,423	33,323	6,792	-0.260	-0.274	-0.267	-0.247
25/05/2016	-0.249	-0.248	-0.237	-0.204	-0.194	-0.210	7,016	40,470	83,837	116,415	147,165	161,987	157,531	159,493	146,107	119,852	87,376	59,290	28,491	5,791	-0.237	-0.243	-0.240	-0.224
26/05/2016	-0.258	-0.248	-0.203	-0.196	-0.196	-0.215	6,097	45,424	97,918	133,041	168,123	182,491	196,294	195,588	181,389	161,454	122,456	81,749	35,429	7,717	-0.276	-0.307	-0.283	-0.271
27/05/2016	-0.277	-0.277	-0.271	-0.266	-0.265	-0.270	6,404	47,975	*****	146,198	175,873	194,884	205,327	201,509	194,898	164,632	128,139	85,026	37,242	5,449	-0.271	-0.288	-0.282	-0.274
28/05/2016	-0.301	-0.301	-0.301	-0.300	-0.301	-0.301	9,129	44,699	97,492	132,126	158,233	170,792	170,658	165,549	155,696	130,066	97,639	70,982	31,312	4,651	-0.241	-0.267	-0.266	-0.246
29/05/2016	-0.217	-0.195	-0.171	-0.166	-0.167	-0.166	5,716	29,606	64,182	101,612	123,474	133,687	131,590	118,055	105,261	87,173	65,484	38,868	17,411	2,701	-0.167	-0.195	-0.220	-0.189
30/05/2016	-0.133	-0.093	-0.084	-0.074	-0.057	-0.046	-0.047	0,676	1,557	2,919	5,868	7,704	7,950	6,823	6,828	3,812	2,154	1,774	1,082	-0.097	-0.131	-0.195	-0.268	-0.220
31/05/2016	-0.247	-0.216	-0.204	-0.209	-0.207	-0.232	8,050	45,905	*****	146,746	181,193	202,645	216,498	220,613	202,167	171,719	131,372	83,846	36,806	6,131	-0.274	-0.301	-0.284	-0.268
01/06/2016	-0.285	-0.276	-0.262	-0.242	-0.239	-0.241	8,188	54,569	*****	157,764	192,266	209,728	219,786	223,084	206,491	180,967	144,136	95,561	41,000	5,200	-0.287	-0.300	-0.290	-0.273
02/06/2016	-0.284	-0.247	-0.232	-0.203	-0.203	-0.232	7,870	47,422	95,779	140,887	176,234	200,306	201,037	197,302	187,619	158,759	122,431	83,328	37,831	7,339	-0.292	-0.304	-0.304	-0.314
03/06/2016	-0.300	-0.279	-0.268	-0.262	-0.262	-0.269	7,912	51,128	*****	146,108	184,218	212,271	213,218	221,036	199,292	163,391	132,482	91,200	43,137	6,636	-0.320	-0.320	-0.311	-0.283
04/06/2016	-0.323	-0.309	-0.306	-0.307	-0.305	-0.307	13,628	54,653	*****	156,006	191,911	213,029	224,264	222,452	202,403	166,941	126,399	85,359	38,431	6,665	-0.269	-0.305	-0.314	-0.311
05/06/2016	-0.315	-0.310	-0.325	-0.308	-0.300	-0.300	12,928	48,518	*****	133,931	145,941	173,838	189,478	191,651	193,636	173,092	140,220	92,723	41,350	4,891	-0.291	-0.313	-0.315	-0.305
06/06/2016	-0.307	-0.302	-0.294	-0.290	-0.290	-0.290	12,712	50,861	*****	152,229	186,389	196,057	208,013	207,643	209,254	183,129	138,432	91,307	41,978	5,544	-0.308	-0.335	-0.341	-0.315
07/06/2016	-0.350	-0.334	-0.315	-0.308	-0.308	-0.320	13,085	58,380	*****	152,976	191,739	200,410	213,520	213,829	210,250	172,949	136,748	92,375	46,808	9,341	-0.330	-0.349	-0.343	-0.349
08/06/2016	-0.365	-0.341	-0.337	-0.335	-0.321	-0.323	12,677	57,346	*****	128,772	170,939	182,403	203,209	196,498	181,366	151,178	121,852	85,309	44,703	11,632	-0.334	-0.362	-0.367	-0.335
09/06/2016	-0.300	-0.274	-0.268	-0.274	-0.274	-0.276	13,300	63,307	*****	160,055	179,094	194,318	225,602	207,112	189,821	175,349	141,012	97,338	46,797	10,101	-0.358	-0.372	-0.368	-0.337
10/06/2016	-0.301	-0.296	-0.274	-0.267	-0.255	-0.274	14,151	65,558	*****	194,314	231,891	126,677	134,532	136,193	111,014	104,534	79,164	54,943	31,965	9,752	-0.304	-0.315	-0.345	-0.301
11/06/2016	-0.352	-0.323	-0.292	-0.271	-0.265	-0.257	11,198	50,100	96,274	144,858	170,254	189,880	177,403	178,518	161,001	150,584	121,451	81,239	39,786	7,987	-0.301	-0.330	-0.331	-0.277
12/06/2016	-0.272	-0.244	-0.253	-0.292	-0.272	-0.267	11,469	43,389	99,656	159,768	200,637	210,812	225,807	227,943	193,040	161,905	114,449	73,324	33,840	6,698	-0.308	-0.300	-0.305	-0.272
13/06/2016	-0.313	-0.313	-0.300	-0.298	-0.292	-0.265	11,905	49,401	*****	168,895	174,815	120,720	128,348	125,668	138,984	100,389	74,887	48,439	24,975	8,255	-0.251	-0.323	-0.367	-0.351
14/06/2016	-0.292	-0.244	-0.232	-0.227	-0.227	-0.231	11,643	47,643	*****	172,568	236,541	258,436	257,773	231,483	225,955	168,238	127,295	85,198	38,938	4,149	-0.238	-0.292	-0.294	-0.251
15/06/2016	-0.239	-0.251	-0.245	-0.238	-0.245	-0.281	14,250	54,695	*****	168,575	207,089	228,902	240,271	231,325	223,342	165,117	124,465	88,298	42,700	5,099	-0.281	-0.301	-0.294	-0.229
16/06/2016	-0.216	-0.199	-0.182	-0.178	-0.170	-0.190	9,195	45,379	*****	136,228	168,896	192,479	190,255	186,500	163,860	134,982	105,548	76,166	39,543	5,870	-0.266	-0.249	-0.258	-0.249
17/06/2016	-0.268	-0.268	-0.202	-0.195	-0.193	-0.210	12,185	52,114	*****	153,480	186,625	205,991	181,155	232,888	208,568	174,392	132,883	94,290	42,649	4,811	-0.265	-0.311	-0.354	-0.360
18/06/2016	-0.336	-0.336	-0.324	-0.320	-0.320	-0.330	14,450	55,383	*****	169,129	212,216	242,053	249,879	252,892	237,969	214,874	167,072	111,869	51,660	6,995	-0.336	-0.324	-0.319	-0.311
19/06/2016	-0.330	-0.300	-0.270	-0.229	-0.225	-0.224	9,588	37,445	81,524	137,437	183,835	206,886	214,463	208,935	153,728	127,202	94,467	64,540	32,521	6,374	-0.265	-0.320	-0.334	-0.321
20/06/2016	-0.224	-0.203	-0.203	-0.203	-0.198	-0.195	7,249	28,431	57,017	91,387	118,392	157,592	181,422	191,164	171,697	134,957	87,824	57,340	29,284	5,631	-0.204	-0.300	-0.330	-0.308
21/06/2016	-0.300	-0.286	-0.265	-0.235	-0.235	-0.265	10,692	55,132	94,861	117,371	162,807	185,991	185,613	191,641	185,515	136,091	119,666	88,105	53,360	7,339	-0.324	-0.342	-0.345	-0.305
22/06/2016	-0.308	-0.310	-0.301	-0.305	-0.310	-0.320	14,905	50,834	*****	162,505	201,067	230,507	247,319	238,937	217,173	190,723	152,989	105,260	48,013	8,499	-0.312	-0.322	-0.313	-0.294
23/06/2016	-0.305	-0.311	-0.292	-0.285	-0.283	-0.292	12,687	50,167	*****	144,514	174,276	190,003	204,006	195,830	178,446	147,234	121,302	86,615	44,961	8,514	-0.287	-0.290	-0.294	-0.267
24/06/2016	-0.264	-0.263	-0.236	-0.235	-0.238	-0.270	12,839	53,058	*****	165,942	197,509	213,558	231,586	225,553	220,092	187,954	150,613	106,248	51,112	6,977	-0.292	-0.		



20/09/2016	-0,290	-0,270	-0,248	-0,244	-0,241	-0,243	-0,275	25,867	97,346	164,167	211,048	234,905	248,009	250,494	233,673	197,338	144,636	73,127	5,544	-0,349	-0,355	-0,360	-0,329	-0,304
21/09/2016	-0,290	-0,280	-0,275	-0,268	-0,275	-0,275	-0,305	26,269	96,132	168,176	214,214	247,302	260,292	255,323	231,123	195,263	139,374	67,578	4,168	-0,360	-0,368	-0,360	-0,339	-0,308
22/09/2016	-0,299	-0,292	-0,288	-0,285	-0,290	-0,296	-0,341	28,029	#####	179,957	232,223	261,659	267,545	264,837	246,475	205,583	145,289	69,337	2,778	-0,365	-0,365	-0,367	-0,354	-0,331
23/09/2016	-0,344	-0,339	-0,316	-0,308	-0,315	-0,328	-0,352	21,398	77,152	133,134	184,358	191,007	221,150	202,914	192,788	140,931	81,967	33,124	-0,354	-0,368	-0,368	-0,368	-0,355	-0,336
24/09/2016	-0,328	-0,309	-0,294	-0,291	-0,294	-0,308	-0,345	25,607	#####	196,853	186,770	185,857	101,498	108,068	142,839	87,603	33,884	22,290	-0,359	-0,359	-0,369	-0,374	-0,360	-0,342
25/09/2016	-0,368	-0,363	-0,358	-0,343	-0,324	-0,303	-0,306	20,341	83,399	162,699	189,903	187,207	185,781	179,155	146,919	115,398	76,612	39,731	0,391	-0,320	-0,312	-0,356	-0,303	-0,288
26/09/2016	-0,253	-0,252	-0,251	-0,251	-0,252	-0,254	-0,258	18,677	73,492	132,432	178,546	210,510	236,787	255,172	219,881	153,725	99,778	44,407	0,557	-0,307	-0,336	-0,368	-0,361	-0,299
27/09/2016	-0,338	-0,302	-0,285	-0,274	-0,267	-0,279	-0,324	24,161	96,704	168,801	227,179	258,259	273,771	266,957	241,667	196,979	133,025	55,213	-0,371	-0,402	-0,384	-0,382	-0,358	-0,316
28/09/2016	-0,307	-0,288	-0,274	-0,264	-0,264	-0,272	-0,322	21,695	86,712	144,224	193,964	209,471	224,551	233,599	212,606	173,711	121,394	50,055	-0,343	-0,368	-0,366	-0,358	-0,326	-0,291
29/09/2016	-0,292	-0,254	-0,243	-0,240	-0,240	-0,243	-0,300	19,834	44,626	75,027	72,689	83,251	67,069	112,192	151,574	122,739	125,301	63,341	5,226	-0,368	-0,381	-0,365	-0,339	-0,300
30/09/2016	-0,303	-0,273	-0,248	-0,244	-0,245	-0,251	-0,285	17,744	99,847	152,975	164,522	154,130	141,818	121,244	123,670	145,633	93,876	39,356	-0,360	-0,377	-0,393	-0,375	-0,362	-0,330
01/10/2016	-0,321	-0,296	-0,284	-0,283	-0,283	-0,288	-0,323	24,366	#####	182,208	236,797	261,010	274,843	264,706	228,644	174,698	122,343	55,146	-0,363	-0,375	-0,379	-0,374	-0,360	-0,330
02/10/2016	-0,340	-0,306	-0,292	-0,284	-0,284	-0,283	-0,288	17,717	82,526	164,177	214,788	246,743	265,300	265,206	227,708	166,383	108,819	42,920	-0,350	-0,352	-0,375	-0,375	-0,366	-0,335
03/10/2016	-0,326	-0,304	-0,288	-0,284	-0,284	-0,284	-0,288	17,252	74,598	155,581	209,696	237,860	248,301	246,060	215,877	152,667	101,044	39,402	-0,311	-0,370	-0,401	-0,410	-0,393	-0,380
04/10/2016	-0,344	-0,315	-0,299	-0,289	-0,288	-0,298	-0,343	20,929	95,108	175,832	238,288	266,737	282,288	273,627	244,125	185,206	122,624	48,703	-0,387	-0,403	-0,425	-0,405	-0,387	-0,373
05/10/2016	-0,382	-0,375	-0,365	-0,360	-0,360	-0,368	-0,392	7,429	95,380	189,226	246,494	279,528	292,199	285,582	257,024	205,008	135,244	50,544	-0,401	-0,411	-0,420	-0,412	-0,384	-0,351
06/10/2016	-0,360	-0,322	-0,305	-0,300	-0,295	-0,308	-0,380	4,566	66,292	124,118	170,878	221,018	208,633	212,584	209,216	166,383	123,111	41,064	-0,392	-0,418	-0,425	-0,418	-0,397	-0,387
07/10/2016	-0,392	-0,380	-0,361	-0,353	-0,352	-0,365	-0,395	6,073	94,296	181,015	245,534	264,720	281,386	275,358	241,934	188,408	125,591	46,276	-0,391	-0,409	-0,431	-0,410	-0,392	-0,383
08/10/2016	-0,402	-0,396	-0,388	-0,384	-0,382	-0,388	-0,405	5,191	93,967	187,253	244,761	261,156	278,675	260,731	225,037	185,582	127,909	46,350	-0,405	-0,425	-0,443	-0,433	-0,412	-0,362
09/10/2016	-0,399	-0,375	-0,353	-0,326	-0,324	-0,321	-0,325	2,926	62,432	125,949	174,255	203,776	216,014	206,934	174,289	120,147	74,485	26,817	-0,345	-0,395	-0,409	-0,395	-0,374	-0,342
10/10/2016	-0,327	-0,312	-0,300	-0,296	-0,292	-0,280	-0,280	1,626	46,973	94,934	131,479	161,399	174,832	177,499	151,566	117,449	76,966	28,280	-0,310	-0,395	-0,409	-0,397	-0,381	-0,327
11/10/2016	-0,338	-0,300	-0,295	-0,294	-0,294	-0,314	-0,397	-0,428	26,349	44,140	60,785	86,535	106,791	112,908	119,633	87,072	47,258	18,960	-0,448	-0,454	-0,487	-0,466	-0,438	-0,412
12/10/2016	-0,440	-0,402	-0,375	-0,344	-0,346	-0,385	-0,443	-0,450	41,243	174,285	175,538	118,874	72,522	71,784	171,078	80,772	17,672	17,036	-0,432	-0,442	-0,470	-0,459	-0,420	-0,403
13/10/2016	-0,375	-0,353	-0,336	-0,310	-0,308	-0,324	-0,344	0,878	51,247	107,115	151,503	171,938	190,872	193,368	170,480	115,763	70,784	26,380	-0,397	-0,407	-0,467	-0,465	-0,439	-0,405
14/10/2016	-0,421	-0,377	-0,341	-0,317	-0,317	-0,349	-0,428	1,236	78,469	159,880	216,042	249,447	266,250	260,057	220,411	169,159	102,544	34,022	-0,446	-0,457	-0,480	-0,476	-0,454	-0,428
15/10/2016	-0,428	-0,375	-0,344	-0,324	-0,318	-0,343	-0,409	0,826	66,798	141,323	195,193	223,927	236,824	231,166	200,654	145,613	89,305	28,934	-0,424	-0,446	-0,475	-0,450	-0,424	-0,397
16/10/2016	-0,375	-0,343	-0,323	-0,318	-0,308	-0,300	-0,323	-0,343	52,534	103,600	122,490	105,345	78,252	193,644	130,528	117,956	41,320	12,626	-0,374	-0,428	-0,409	-0,405	-0,368	-0,346
17/10/2016	-0,318	-0,301	-0,295	-0,285	-0,285	-0,285	-0,295	-0,301	17,545	42,971	61,428	78,442	84,304	80,900	67,454	51,179	26,421	7,419	-0,387	-0,451	-0,472	-0,469	-0,449	-0,415
18/10/2016	-0,402	-0,376	-0,361	-0,356	-0,361	-0,375	-0,395	-0,487	1,203	7,157	12,263	15,243	345,429	313,001	290,529	117,805	94,618	0,811	-0,485	-0,495	-0,524	-0,475	-0,401	-0,392
19/10/2016	-0,431	-0,392	-0,346	-0,325	-0,324	-0,348	-0,428	1,211	63,168	168,494	228,612	184,649	232,455	250,264	111,980	16,602	3,245	-0,460	-0,455	-0,461	-0,485	-0,469	-0,425	-0,405
20/10/2016	-0,419	-0,387	-0,343	-0,325	-0,333	-0,358	-0,454	-0,466	77,812	174,856	259,605	302,287	320,356	309,418	261,210	195,347	112,803	31,792	-0,472	-0,483	-0,499	-0,489	-0,444	-0,412
21/10/2016	-0,450	-0,406	-0,378	-0,347	-0,347	-0,397	-0,449	-0,465	50,818	150,950	204,465	245,647	264,224	270,655	219,202	181,635	114,698	35,453	-0,462	-0,471	-0,496	-0,488	-0,443	-0,412
22/10/2016	-0,428	-0,395	-0,358	-0,326	-0,326	-0,379	-0,425	-0,463	65,159	168,035	235,384	203,188	225,272	268,715	237,554	203,180	112,659	30,096	-0,466	-0,478	-0,496	-0,485	-0,460	-0,442
23/10/2016	-0,410	-0,384	-0,366	-0,344	-0,309	-0,310	-0,333	-0,390	1,816	9,051	12,600	15,228	23,004	196,006	154,483	111,266	65,602	19,302	-0,397	-0,419	-0,450	-0,406	-0,376	-0,343
24/10/2016	-0,312	-0,305	-0,295	-0,260	-0,240	-0,225	-0,225	-0,237	20,841	52,346	79,384	96,454	97,018	92,055	51,607	35,155	19,591	-0,312	-0,323	-0,405	-0,476	-0,422	-0,412	-0,375
25/10/2016	-0,346	-0,315	-0,285	-0,278	-0,249	-0,293	-0,387	-0,425	1,792	10,137	13,074	14,487	15,881	185,472	143,887	104,538	59,560	2,076	-0,459	-0,469	-0,496	-0,469	-0,417	-0,395
26/10/2016	-0,408	-0,348	-0,324	-0,308	-0,311	-0,348	-0,450	-0,466	44,626	96,846	142,020	159,668	177,430	164,928	136,811	107,582	69,467	3,321	-0,485	-0,493	-0,510	-0,502	-0,479	-0,461
27/10/2016	-0,450	-0,387	-0,348	-0,331	-0,326	-0,358	-0,455	-0,496	26,144	88,815	107,585	134,012	148,835	131,768	91,596	67,727	25,278	-0,483	-0,478	-0,485	-0,496	-0,486	-0,457	-0,428
28/10/2016	-0,394	-0,346	-0,326	-0,304	-0,297	-0,317	-0,387	-0,455	70,878	172,688	248,290	295,645	313,618	302,040	262,957	195,264	100,657	4,556	-0,465	-0,474	-0,489	-0,470	-0,432	-0,418
29/10/2016	-0,365	-0,326	-0,323	-0,322	-0,322	-0,323	-0,437	-0,485	72,694	176,779	253,294	300,173	305,890	284,034	241,109	174,512	89,319	4,862	-0,470	-0,483	-0,496	-0,439	-0,415	-0,387
30/10/2016	-0,414	-0,370	-0,362	-0,341	-0,337	-0,336	-0,342	-0,387	46,765	117,480	172,344	157,133	148,907	211,672	198,851	157,291	78,333	5,639	-0,442	-0,484	-0,487	-0,465	-0,443	-0,410
31/10/2016	-0,399	-0,364	-0,373	-0,359	-0,352	-0,349	-0,345	-0,346	44,523	124,634	186,253	213,571	211,036	207,171	175,715	113,474	51,918	-0,359	-0,381	-0,432	-0,451	-0,479	-0,476	-0,455
01/11/2016	-0,388	-0,352	-0,348	-0,342	-0,341	-0,345	-0,364	-0,420	59,704	140,958	212,927	246,189	269,171	257,639	225,812	166,516	82,841	3,737	-0,476	-0,479	-0,465	-0,448	-0,387	-0,342
02/11/2016	-0,356	-0,320	-0,313	-0,311	-0,311	-0,311	-0,313	-0,324	16,903	41,715	70,043	94,958	106,639	104,928	84,511	64,462	30,074	-0,408	-0,492	-0,503	-0,498	-0,477	-0,450	-0,415
03/11/2016	-0,422	-0,371	-0,354	-0,352	-0,350	-0,352	-0,425	-0,493	52,729	133,327	194,491	228,664	235,830	204,544	159,282	109,091	52,617	-0,493	-0,523	-0,539	-0,544	-0,510	-0,465	



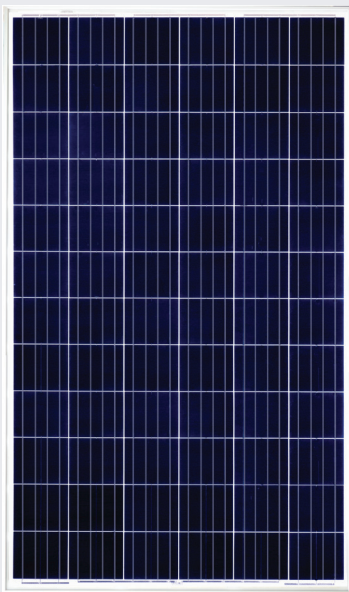
## **ANEXO VI**

### **ESPECIFICACIONES**

#### **TABLA DE CONTENIDO**

1. MÓDULO FOTOVOLTAICO
2. INVERSOR – POWER STATION

# YGE 72 CELL SERIES 2



EFICIENCIA DE LA CÉLULA

## 18.5%

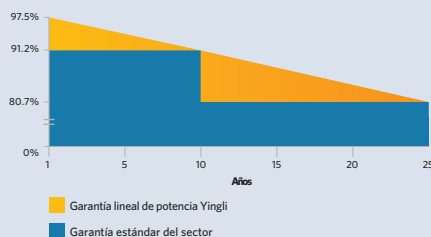
GARANTÍA DE PRODUCTO

## 10 AÑOS

TOLERANCIA DE POTENCIA

## 0-5W

### Garantía lineal a 25 años



# RENDIMIENTO Y VERSATILIDAD DEMOSTRADOS

Sometida a pruebas independientes que demuestran la calidad de los productos y la fiabilidad a largo plazo. Millones de sistemas fotovoltaicos instalados por todo el mundo demuestran el liderazgo de Yingli en el sector.



#### Durabilidad

Módulos Fotovoltaicos duraderos, probados independientemente en condiciones ambientales adversas tales como la exposición al ambiente salino, amoníaco y factores de riesgo del PID conocidos.



#### Vidrio avanzado

Nuestro vidrio de alto nivel de transmisión incorpora un exclusivo revestimiento antirreflectante que dirige más luz hacia las células solares y genera un mayor rendimiento energético.



#### Tamaño ampliado

Este módulo de gran formato permite ahorrar costes a nivel de sistemas ya que precisa menos tiempo de manipulación e instalación.



#### Resistente al PID

Probados conforme al borrador de la norma IEC 62804, nuestros Módulos Fotovoltaicos han demostrado ser resistentes al PID (Degradación por Potencia Inducida), que se traduce en seguridad para su inversión.

#### Yingli Green Energy

Yingli Green Energy Holding Company Limited (NYSE:YGE), conocida como "Yingli Solar", es uno de los fabricantes líderes de paneles solares con la misión de ofrecer energía verde asequible para todos. Con más de 60 millones de paneles solares en todo el mundo, Yingli Solar hace posible la energía solar en comunidades en todo el mundo gracias a su experiencia global en fabricación y logística para abordar retos locales específicos.

# YGE 72 CELL SERIES 2

## CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

### Parámetros eléctricos en condiciones de prueba estándar (STC)

Tipo de módulo			YLxxxP-35b (xxx=P <sub>max</sub> )					
Potencia de salida	P <sub>max</sub>	W	325	320	315	310	305	300
Tolerancias de potencia de salida	ΔP <sub>max</sub>	W	0 / + 5					
Eficiencia del módulo	η <sub>m</sub>	%	16.7	16.5	16.2	16.0	15.7	15.5
Tensión en P <sub>max</sub>	V <sub>mpp</sub>	V	37.3	37.0	36.8	36.3	36.1	35.8
Intensidad en P <sub>max</sub>	I <sub>mpp</sub>	A	8.72	8.64	8.56	8.53	8.45	8.37
Tensión en circuito abierto	V <sub>oc</sub>	V	46.3	46.0	45.7	45.6	45.4	45.2
Intensidad en cortocircuito	I <sub>sc</sub>	A	9.24	9.18	9.12	8.99	8.93	8.86

STC: 1000 W/m<sup>2</sup> de irradiación, 25°C de temperatura de célula, espectro AM 1.5g conforme a la EN 60904-3.  
Reducción media de la eficiencia relativa de 3,3% a 200 W/m<sup>2</sup> según la EN 60904-1.

### Parámetros eléctricos a temperatura operativa nominal de la célula (TONC)

Potencia de salida	P <sub>max</sub>	W	237.1	233.4	229.8	226.1	222.5	218.8
Tensión en P <sub>max</sub>	V <sub>mpp</sub>	V	34.0	33.8	33.6	33.1	32.9	32.7
Intensidad en P <sub>max</sub>	I <sub>mpp</sub>	A	6.98	6.91	6.85	6.82	6.76	6.70
Tensión en circuito abierto	V <sub>oc</sub>	V	42.8	42.5	42.2	42.1	41.9	41.7
Intensidad en cortocircuito	I <sub>sc</sub>	A	7.47	7.42	7.37	7.27	7.22	7.16

NOCT: open-circuit module operation temperature at 800W/m<sup>2</sup> irradiance, 20°C ambient temperature, 1m/s wind speed.

## CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS

Temperatura operativa nominal de la célula	TONC	°C	46 +/- 2
Temperatura coeficiente de P <sub>max</sub>	γ	%/°C	-0.42
Temperatura coeficiente de V <sub>oc</sub>	β <sub>Voc</sub>	%/°C	-0.32
Temperatura coeficiente de I <sub>sc</sub>	α <sub>Isc</sub>	%/°C	0.05

## CONDICIONES OPERATIVAS

Tensión máxima del sistema	1000V <sub>DC</sub>
Valor máximo del fusible en serie	15A
Limitación de corriente inversa	15A
Rango de temperatura de funcionamiento	-40°C to 85°C
Máxima carga estática frontal (ej. nieve)	5400Pa
Máxima carga estática posterior (ej. viento)	2400Pa
Max. impacto por granizo (diámetro/velocidad)	25mm / 23m/s

## MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Cubierta frontal (material / espesor)	Vidrio templado de bajo contenido en hierro / 3,2 mm
Célula solar (cantidad / tipo / dimensiones/ número de busbar)	72 / silicio multicristalino / 156 mm x 156 mm / 3 o 4
Marco (material/color/color de anodizado/sellado de bordes)	Aluminio anodizado
Caja de conexiones (grado de protección)	≥ IP65
Cable (longitud / sección transversal)	1100mm / 4mm <sup>2</sup>
Conector (tipo / grado de protección)	MC4 / IP68 o YT08-1 / IP67 o Amphenol H4 / IP68 o Phoenix Contact SUNCLIX/IP67

- Debido a la continua innovación, investigación y mejora del producto, la información y las especificaciones citadas en esta hoja de características están sujetas a cambios sin previo aviso. Las especificaciones pueden variar ligeramente y no están garantizadas.
- Los datos no están referidos a un único módulo y no forman parte de la oferta, sirvan solo para su comprobación entre diferentes tipos de módulos.

## CUALIFICACIONES Y CERTIFICADOS

IEC 61215, IEC 61730, CE, MCS, ISO 9001:2008, ISO 14001:2004, BS OHSAS 18001:2007, PV Cycle, SA 8000



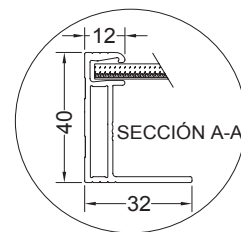
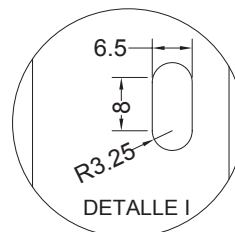
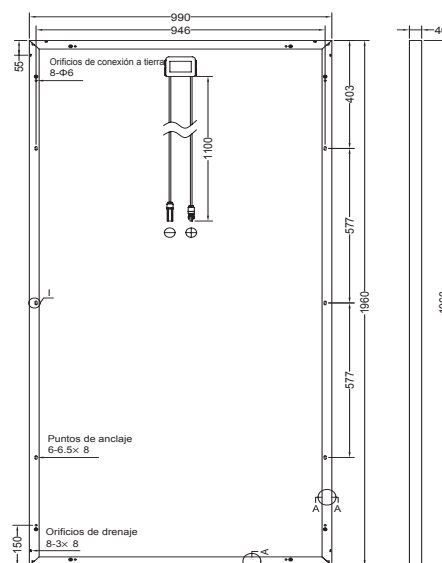
## CARACTERÍSTICAS GENERALES

Dimensiones (Longitud /Ancho /Alto)	1960mm / 990mm / 40mm
Peso	25.5kg

## ESPECIFICACIONES DE EMBALAJE

Número de módulos por palé	26
Número de palés por contenedor de 40'	24
Dimensiones de la caja de embalaje (L/A/A)	1995mm / 1145mm / 1170mm
Peso de la caja	707kg

Unit: mm



**Advertencia:** Lea el Manual de Instalación y Uso en su totalidad antes de manejar, instalar u operar módulos de Yingli Solar.

Partners de Yingli:

**Yingli Green Energy Holding Co., Ltd.**

service@yingli.com

Tel: +86-312-2188055

**YINGLISOLAR.COM**





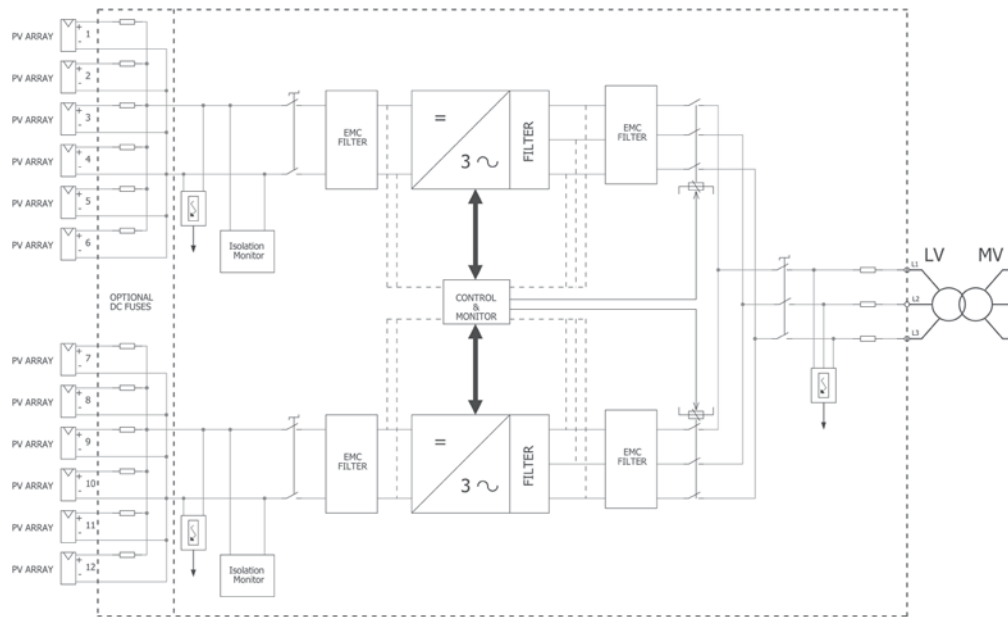
# Gamesa E-1.4 MVA

Gamesa photovoltaic inverter



- ▶ Grid code compliance oriented. Voltage and power stabilizer: advanced controls for both active and reactive power: fast ramp-up (active & reactive), power factor stabilization, voltage stabilization, optional full reactive current injection at night (stat-com mode), active power regulation.
- ▶ Possibility of supplying Power Plant Controllers (PPC), to manage simultaneously various PV inverters and ensure grid code connection requirements at the PV plant Point of Common Coupling (PCC).
- ▶ Hybrid water and air cooling technology enhances operational temperature range: up to 50°C (122°F) without de-rating and up to 65°C (149°F) before shut-down.
- ▶ Specific cooling system divided in five different compartments in order to suction with no dusting concerns and work at lower Temperature Rise in the Cabinet (Reliable Electronics).
- ▶ Easy to transport and to install: compact solution housed in a 20 ft container.
- ▶ Exceptional performance in the harshest, most demanding environments.
- ▶ Easy to manufacture, easy to maintain: modular design eases access to components and facilitates maintenance.

## STANDARD CONFIGURATION



### TECHNICAL SPECIFICATIONS

#### DC input values

Recommended rated power	1,400-1,800 kWp
Max. Direct Current @ 50°C	2,100 A
Direct Current voltage range	610 - 1,000 V
DC MPPT voltage range	610 - 910 V
No. of DC inputs	12
Max. cable section per input	2 x 300 mm²
Start of production	0.5% Pn approx.

#### AC output values

N° of phases	3
Apparent power	1,400 kVA
AC Active Power @ PF 1 & 50°C	1,370 kW
Nominal AC voltage	400 Vrms
Voltage allowance range	-15 % / +10%
Output frequency	50Hz/60Hz
Power Factor	See P-Q table
THD of AC current	<3% @ Pn
Max. AC current per phase @ 50°C	2020 Arms
Max. AC current per phase @ 25°C	2165 Arms
Section max. cable per phase	6 x 300 mm²

#### Performance

Max. performance	98.6%
European performance	98.4%
Californian efficiency	98.4%
Power consumption on Stand-by	< 200 W

#### Other features

MPPT	2
LVRT	Yes
Permissible ambient temperature	-20°C / +50°C (65°C) <sup>(1)</sup>
Relative humidity	95% (without condensation)
Max. Altitude	3,000 m without derating
Size (width x height x depth)	2,450 x 1,840 x 1,035 mm
Weight	1,800 kg
Heat Exchanger size	1,000 x 1,200 x 1,000 mm
Protection degree	IP-20, indoor
Cooling	Water & Forced air

#### Main standards

EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 50178, CE Marking.  
For more information, please contact Gamesa Electric.  
(1) With derating (graph at your disposal).

### P-Q TABLE

Temperature	Power Factor	P. Active Power	Q. Reactive Power
50°C	PF=1	1,370 kW	0 KVar
	PF=0.95	1,330 kW	437 KVar
	PF=0.9	1,250 kW	600 KVar
40°C	PF=1	1,400 kW	0 KVar
25°C	PF=1	1,500 kW	0 KVar

Note: Other operation points - consult Gamesa Electric.

### SPECIFIC DESIGN FOR GRID INTEGRACION

- ▶ Outstanding reactive power capabilities - see P-Q Table.
- ▶ Complies with the strictest grid connections codes including voltage dips of different countries (Germany, Jordan, UK/Scotland, Spain, Philippines, Chili, Puerto Rico,...) - voltage dips up to 100% for 1 second and nominal reactive current injection during voltage dips.
- ▶ Design for integration over weak grids and with high perturbations. Possibility of non-characteristic harmonics cancellation over distort and unbalance grids.

### ADDITIONAL FEATURES

- ▶ Two independent Max Power Point Trackers (MPPT) which optimize the energy harvesting and increase overall efficiency.
- ▶ Touch screen of the inverter in several languages.
- ▶ Built-in web server for remote monitoring and control.

### GLOBAL RELIABILITY

- ▶ Gamesa Electric harnesses the technological and productive capacities of a top international Group: Gamesa. With its network of maintenance services in over 30 countries spanning five continents, the company offers solutions adapted to the needs of its customers in the various sectors, ensuring maximum reliability under the most demanding conditions.
- ▶ Cutting-edge power electronics technology applied to photovoltaic products for high performance, robustness and global reliability, leveraging on our wind converter's technology.

#### Interfaces

Touch display.  
Communication protocol.MODBUS-TCP IP.  
TCP-IP Connection.  
Ethernet (CAN/PROFIBUS, etc).

#### Protections

Reverse polarity.  
DC and AC transient overvoltage.  
DC and AC shortcircuit.  
Overtemperature.

#### Optional solution and kits

Anti-Islanding protection.  
Correct phase sequence.  
AC overload.  
Without transformer.  
Configurable DC cabinet - up to 12 DC fuses (positive pole).  
Dehumidifying Kit for humidity environments.  
DC ground connection kit.  
SCADA monitoring system.

In order to minimize the environmental impact, this document has been printed on paper made from 50% pure cellulose fiber (ECF), 40% selected pre-consumer recycled fiber, and 10% post-consumer deinked recycled fiber inks based exclusively on vegetable oils with a minimum volatile organic compound (VOC) content. Varnish based predominantly on natural and renewable raw materials.

The present document, its content, its annexes and/or amendments has been drawn up by Gamesa Corporación Tecnológica, S.A. for information purposes only and could be modified without prior notice. All the content of the Document is protected by intellectual and industrial property rights owned by Gamesa Corporación Tecnológica, S.A. The addressee shall not reproduce any of the information, neither totally nor partially.

Printing date: February 2016



C/ Ramírez de Arellano, 37  
28043 Madrid (Spain)  
Tel: +34 91 503 17 00  
Fax: +34 91 519 67 18  
gamesaelectric@gamesacorp.com  
www.gamesaelectric.com

#### AUSTRALIA

Level 39, 385 Bourke Street  
Melbourne VIC 3000

#### BRAZIL

Eldorado Business Tower  
Av. das Nações Unidas, 8501 - 5º floor  
Jd. Paulistano - São Paulo  
Tel: +5511 3096 4444

#### CHINA

23/F Tower 1, Beijing Prosper Center No. 5  
Guanghua Road, Chaoyang District,  
Beijing 100020  
Tel: +86 10 5789 0899  
Fax: +86 10 5761 1996

#### EGYPT

3, Rd 218 Degla  
11431 Maadi, Cairo  
Tel: +20 225 211 048  
Fax: +20 225 211 282

#### FRANCE

97 Allée Borodine - Cedre 3  
69800 Saint Priest  
Tel: +33 (0) 4 72 79 49 39

#### GERMANY

Neuer Wall 10 / Jungfernstieg  
20354 Hamburg  
Tel: +49 40 822 15 30 - 48

#### GREECE

9 Adrianou str.  
11525 Neo Psychiko,  
Athens  
Tel: +30 21067 53300  
Fax: +30 21067 53305

#### HONG KONG

Asia Pacific Oceania - Central Plaza, 35th Floor  
18, Harbour Road  
Hong Kong SAR  
Tel: +852 2593 1140

#### INDIA

The Futura IT Park, B-Block, 8th Floor  
334, Rajiv Gandhi Salai  
Sholinganallur, Chennai - 600 119  
Tel: +91 44 3324 2424  
sales.india@gamesacorp.com

#### ITALY

Via Pio Emanuelli 1  
00143 Rome  
Tel: +39 0645543650  
Fax: +39 0645553974

#### JAPAN

TQC Minatomirai Bldg, 10F,  
1-1-7 Sakuragi-cho, Naka-ku,  
Yokohama-shi,  
Kanagawa 231-0062  
T: +81 80 3465 6861

#### MEXICO

C/ Hamburgo, n° 213, Planta 18,  
Juárez (Reforma Centro)  
06600, Mexico DF  
Tel: +52 55 5533 08010

#### PHILIPPINES

22th Floor, The Enterprise Center Tower I  
1226 Ayala Avenue  
Makati City Philippines  
T: +63 917 820 4414

#### POLAND

Ul. Galaktyczna 30A  
80-299 Gdansk  
Tel: +48 58 766 62 62  
Fax: +48 58 766 62 99  
poland.wind@gamesacorp.com

#### ROMANIA

169A Calea Floreasca Street,  
Building A, 4th Floor, Office no 2069, Sector 1  
014459 Bucharest  
Tel: +40 318 21 24  
Fax: +40 318 60 21 00

#### SRI LANKA

#51/1, Colombo Road,  
Kurana, Katunayake  
Tel: +94 31 2235890

#### SWEDEN, FINLAND, NORWAY

Bibliotekstorget 8  
171 45 Solna (Sweden)  
Tel: +46 (0) 8 510 668 10

#### THAILAND

Sathorn Square, 98 North Sathorn Road  
37/F Sathorn Square  
Silom, Bangkok  
Bangkok 10500

#### TURKEY

Astoria, Buyukdere Cad. No. 127  
Kule A, Kat 10  
Esentepe, Istanbul 34394  
Tel: +90 212 340 76 00

#### UNITED KINGDOM

25 Napier Place  
Wardpark North  
Cumbernauld G68 0LL  
Tel: +44 1236724890

#### UNITED STATES

1150 Northbrook Drive  
Trevose, PA 19053  
Tel: +1 215 710 3100  
Fax: +1 267 790 0453





## GAMESA E - PV STATION 2.6 / 2.8 MVA





## Gamesa E - PV Station 2.6 / 2.8 MVA

---

In order to obtain more power and satisfy the latest market demands of compact photovoltaic power stations, Gamesa Electric has developed their scope of GAMESA E - PV STATION. The core of these power stations is the use of two Photovoltaic Inverters. Inverters can be combined into Gamesa E - PV Station 2.6MVA and Gamesa E - PV Station 2.8MVA.

Gamesa E - PV Station also includes the complete medium-voltage elements to connect and feed the grid as it contains the transformer and MV switchgears. It becomes the perfect solution for a turnkey outdoor installation as all the components are located inside a metallic container prepared for every environmental condition. To meet the PV power plant's demanded capacity; several Gamesa E - PV Stations can be combined.



### **BASIC ADVANTAGES AND FEATURES**

---

**Photovoltaic Inverters included** High performance state-of-art technology reliable and well tested. Superior MPPT tracking system ensures the plant's production is optimal on a day to day bases. Robustness, reliability and high performance with every grid code are the three defining aspects of the Photovoltaic Inverters.

**MV transformer included** Dry/oil technology with reduced maintenance requirements and optimized for the best performance throughout the lifetime of the plant.

**MV switchgears included** for an automatic and safe grid connection and protection. This practically maintenance-free system comes in compact and flexible design that allows for a versatile switchgear configuration.

**Monitoring and control hardware integration.** Industrial standard Ethernet ports are provided which allow connection both locally and remotely via Modbus with the inverter. Gamesa E - PV Station is able to provide PV plant controller and monitoring as an optional upon client requirement.

**Outdoor installation.** No other construction required than the installation of the container. The cabin is composed by a container for marine use (marine steel).

**Fast connection.** Easy access for DC and AC power cable entry. All the internal power wiring already routed, connected and checked.

**Thermal insulation** of the container (enables operation in harsh temperature and humidity environments). The interior of the cabin includes a thermal insulation in order to reduce the effects of the temperature.

**Fast commissioning.** Solar plants with installed peak power of several megawatts require intensive project management and time investment. Gamesa E - PV Station enables rapid deployment by reducing time and enabling ease of installation for megawatt scale grid-connected solar systems. The PV Stations are fully tested to reduce commissioning time. The solution can be easily transported and deployed at site.

**Customized:** the container features can be customized to any environmental and climatological condition as temperature , seismic, sand, salt ..



## Gamesa E - PV Station 2.6 / 2.8 MVA

### TECHNICAL SPECIFICATIONS



### E - PV Station 2.6 / 2.8 MVA Technical Specifications

MODEL	2.6 Gamesa E - PV Station	2.8 Gamesa E - PV Station
-------	---------------------------	---------------------------

#### INPUT (DC)

Recommended rated Power	2600kWp	2800-3600kWp
DC Voltage range	570-1000 V	610-1000 V
DC Voltage range MPPT	570-910 V	610 – 910 V
Maximum input current	3600 A	4200 A
Number of independent MPPTs	4	4
Number of DC Inputs	Up to 24	Up to 24
Max wire Cross Section per Input	2 x 300 mm <sup>2</sup>	2 x 300 mm <sup>2</sup>

#### OUTPUT (AC)

Apparent Power	2600 KVA	2800 kVA
No Of Phases	3	3
Rated AC Power	2000 kW (1)	2500 kW (1)
Max. AC Power	2.200 kW (2)	2.740 kW (2)
Nominal AC voltage	Up to 36 kV	Up to 36 kV
Frequency Range	47.5...53 / 57...63 Hz	47.5...53 / 57...63 Hz
Power Factor	Adjustable	Adjustable
THD of AC Current	<3% @Pn	<3%@Pn
Nominal AC Current per phase	45.48Arms @ 33 kV	48.98Arms @ 33 kV
Switchgear	2L1P SF6 insulated (3)	2L1P SF6 insulated (3)
Transformer	2600 kVA Oil / Dry	2800 kVA Oil / Dry
	Dy11y11	Dy11y11
Max wire cross section per phase	6X300m <sup>2</sup>	6X300m <sup>2</sup>

(1) In nominal conditions at 50°C PF =0.9

(2) In nominal conditions at 50°C PF=1

(3) Other configurations available

#### OTHER DATA

Auxiliary Power Voltage	230Vac 50/60 Hz	230Vac 50/60 Hz
Weight (Aprox)	16500 kg	16800 kg
Dimensions (width x height x depth)	2451 x 2778 x 12176 mm aprox.	2451 x 2778 x 12176 mm aprox.
Low voltage Ride Through	Included and configurable	Included and configurable
Permissible ambient temperature	-20 °C to 50 °C	-20 °C to 50 °C
	(Derating up to 65°C)	(Derating up to 65°C)
Relative humidity (non-condensing)	95 %	95 %
Fresh air requirement	6800 m <sup>3</sup> / hour	7000m <sup>3</sup> / hour
Altitude	< 3000 m	< 3000 m



### **INTERFACES**

Touch screen display  
Webserver  
MODBUS-TCP comms protocol  
TCP/IP connection

### **MAIN STANDARDS**

IEC 61000 (Electromagnetic compatibility (EMC))  
EN 50178 (Electronic equipment for use in power installations)  
IEC 62271 Part 202: "High-voltage/low voltage prefabricated substation"  
CE Marking  
Compliance with other standards:  
Please contact Gamesa Electric

### **STANDARD PROTECTIONS AND FUNCTIONS**

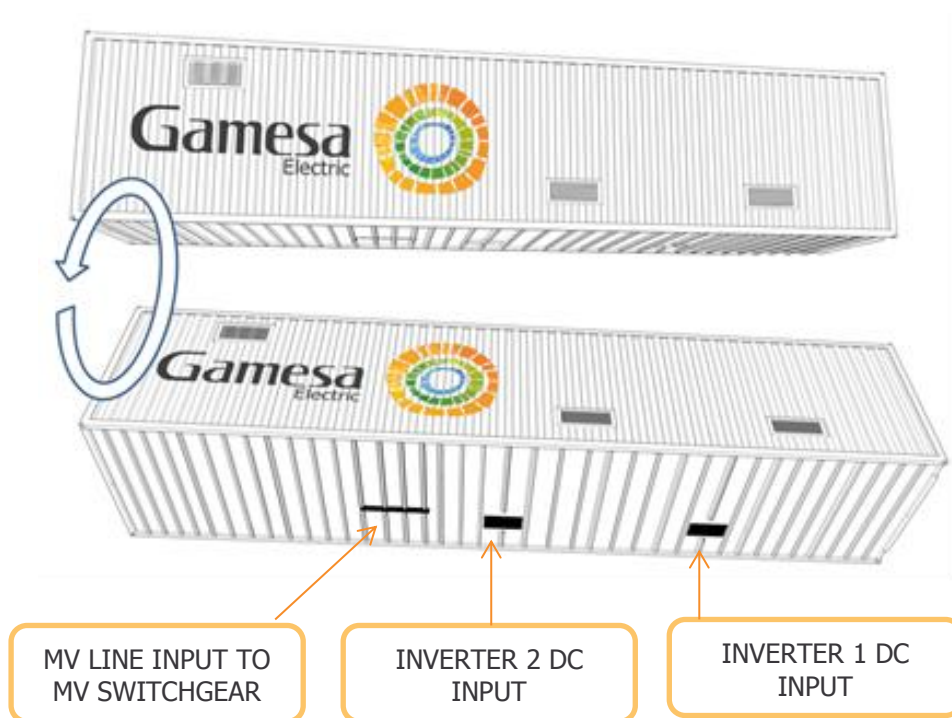
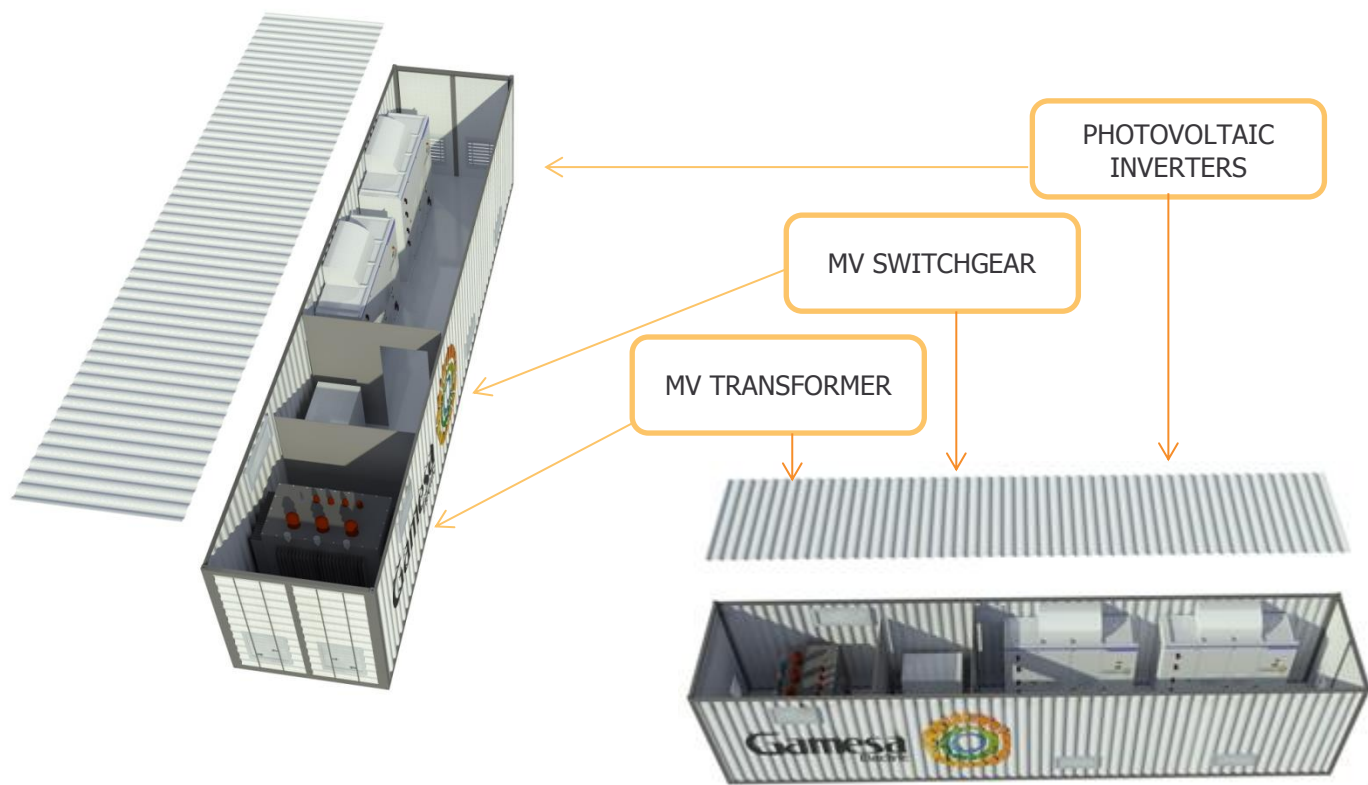
Emergency switch incorporated into the inverter

Protection functions:

- Correct phase sequence
- DC / AC transient overvoltage
- DC / AC shortcircuit
- Anti-islanding
- Overtemperature
- DC Isolation
- Reverse polarity



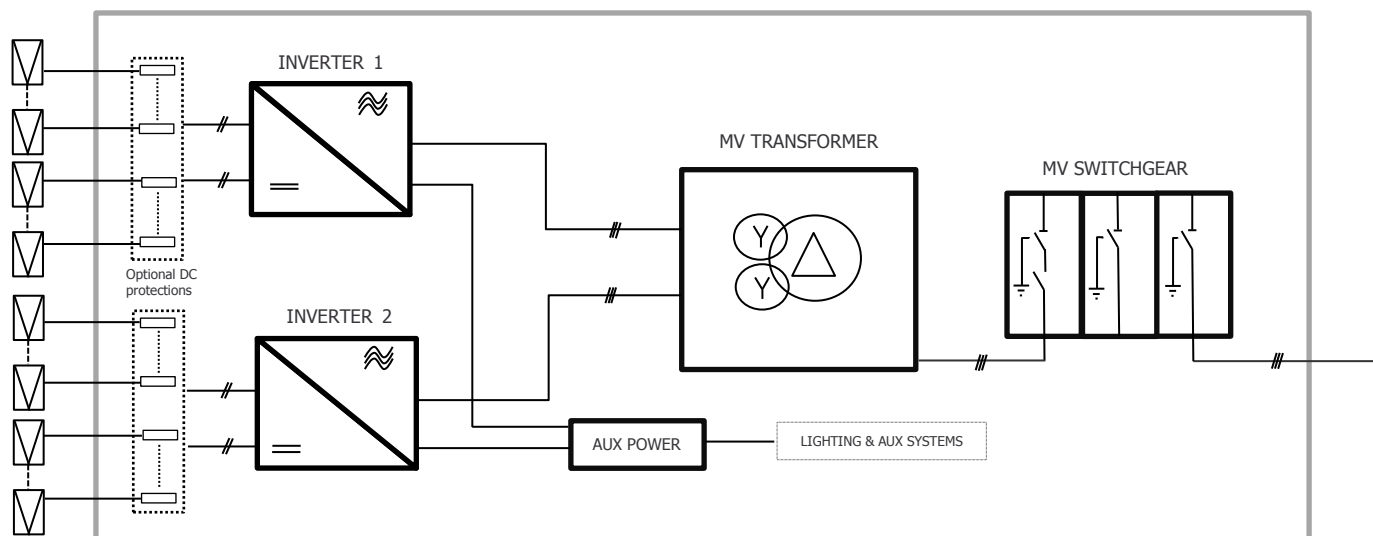
## 2.6 / 2.8 MVA LAYOUT





## Gamesa E - PV Station 2.6 / 2.8 MVA

### SINGLE LINE DIAGRAM



#### NOTES:

Other configurations, please consult Gamesa Electric